

Gransingen

LARGO MEDICAL LIBRARY

DE WAARNEMINGSTIJD.



F. F. HAZELHOFF.

DE WAARNEMINGSTIJD.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154002_0059

DE WAARNEMINGSTIJD.

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD
VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE GRONINGEN, OP GEZAG VAN DEN
RECTOR MAGNIFICUS DR. A. KLUYVER, HOOGLEERAAR
IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE,
TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER
GENEESKUNDE IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN
OP ZATERDAG 1 DECEMBER 1923, DES NAMIDDAGS
TE 4 UUR, DOOR

FOLKERT FEIKO HAZELHOFF,

GEBOREN TE BLIJHAM.



M. DE WAAL. — 1923. — GRONINGEN.



Het verschijnen van mijn proefschrift biedt mij een welkome gelegenheid, U, Hooggeleerden, Oud-Hooggeleerden en Docenten der natuurphilosophische en geneeskundige faculteiten te Groningen mijn oprechten dank te betuigen voor het onderwijs, dat ik van U mocht ontvangen.

U, Hooggeleerde VAN WIJHE, dank ik ten eerste voor het voorrecht, dat ik Uw assistent heb mogen zijn. Aan U en Uw Laboratorium bewaar ik de aangenaamste herinneringen.

Gij, Hooggeleerde WIERSMA, Hooggeachte Promotor, hebt een bijzonder aandeel aan mijn vorming. Als student gevoelde ik steeds meer voorliefde voor de psychiatrie en neurologie. Uw persoonlijkheid, welke in Uw onderwijs zoo duidelijk tot uiting komt, oefende daar grooten invloed op uit. In de jaren, gedurende welke ik Uw assistent ben, gaaft Gij mij alle gelegenheid, van Uw rijke kennis te leeren en mij te verdiepen in Uw persoonlijke inzichten in de wetenschap, welke van groote oorspronkelijkheid zijn en veel omvattend. Voor Uw opvattingen heb ik groote bewondering, ik beschouw het als een bijzonder voorrecht, een leerling van U te zijn. Uw karaktereigenschappen verhoogden de waarde, welke het assistent zijn bij U heeft. Allen, die U kennen, gevoelen in U den hoogstaanden mensch, vol belangstelling en waardeering voor hen, die zich tot U wenden. Hierin ligt Uw groote kracht, het doet innerlijk goed, te ervaren hoe Gij zijt. Hartelijk dank ik U voor alles, wat ik van U mocht ondervinden, ook voor Uw belangstelling en steun bij de bewerking van dit proefschrift.

Ons geregeld samenwerken, Mejuffrouw HELEEN WIERSMA, en Uw hulp bij dit onderzoek, stel ik zeer op prijs.

Aan het personeel van het Laboratorium mijn dank voor de lofwaardige wijze, waarop het mij zoo dikwijls met groote technische bekwaamheid van dienst is geweest.

AAN MIJN VROUW.

HOOFDSTUK I.

INLEIDING.

DE WAARNEMINGSTIJD.

Wanneer in de buitenwereld een verandering plaats vindt, welke wordt waargenomen, dan bestaat het bewustzijnsproces, de waarneming, niet gelijktijdig met de objectieve verandering in de buitenwereld; daartusschen is een zeker tijdsverschil.

In de eerste plaats verloopt er tijd, voordat de prikkel het zintuig bereikt. Voor lichtprikkel is dit, althans, wanneer de lichtbron zich op beperkten afstand van den waarnemer bevindt, te verwaarloozen, daar de voortplantingssnelheid van licht zeer groot is.

Maar ook het objectieve prikkelingsproces in het zintuig en de bewuste waarneming ontstaan niet gelijktijdig. Daartusschen ligt een samengesteld psycho-physiologisch proces en de tijd, welken dit proces voor z'n ontwikkeling noodig heeft, is zeker niet zoo gering. De snelheid, waarmee psycho-physiologische processen verlopen, is zeer beperkt zooals de psychologie en de physiologie wel hebben geleerd. De meening, die ook in de wetenschap langeren tijd heerschte, dat zenuwprocessen zich met „bliksemsnelheid” zouden voltrekken, is door latere onderzoekingen gewijzigd.

Het is de bedoeling van dit onderzoek, den tijd, welke verloopt tusschen het oogenblik, waarop een prikkel het zintuig treft, en het oogenblik, waarop hij wordt waargenomen, voor bepaalde gevallen, speciaal voor lichtprikkel, te meten. Hierbij zal dan tevens worden nagegaan, van welke factoren deze tijd afhankelijk is.

Het geheele proces, dat plaats vindt van het prikkelingsproces in het zintuig af tot en met de bewuste waarneming, kunnen wij noemen het *waarnemingsproces*, en den tijd, welken het waarnemingsproces in z'n geheel duurt, den *waarnemingstijd*. De waarnemingstijd is dus de duur van het waarnemingsproces.

Wanneer de prikkel en de bewuste waarneming zeer kort duren, dan is de waarnemingstijd gelijk aan het tijdsverloop tusschen het oogenblik, waarop de prikkel het zintuig treft, en het oogenblik, waarop de waarneming bestaat.

Vragen wij ons eerst af, waaruit het waarnemingsproces is opgebouwd. De volgende onderdeelen zijn bekend.

1^o. een reeks van physiologische processen:

- a.* een zintuigproces: het inwerken van den physischen prikkel op het zintuig.
- b.* een geleidingsproces: de geleiding van den sensorischen prikkel van het zintuig langs de periphere zintuigzenuw, eventueel nog langs centrale banen, naar de hersenen.
- c.* een hersenproces: prikkelingsprocessen in het zintuigcentrum en andere deelen van de hersenschors.

2^o. een bewustzijnsproces: de bewuste waarneming.

Wij mogen aannemen, dat dit bewustzijnsproces gepaard gaat aan een gelijktijdig hersenproces, geheel of gedeeltelijk begrepen onder het sub *c* genoemde hersenproces. Hoe men zich het verband meent te moeten denken tusschen het bewustzijnsproces, een psychisch gebeuren dus, en het hersenproces, een physisch gebeuren, doet voorloopig niet ter zake. Later kom ik hierop terug (pag. 70).

De duur van het waarnemingsproces in z'n geheel is niet bekend, en ook de snelheid, waarmede de verschil-

lende onderdeelen verloopen, kennen wij slechts gedeeltelijk, zoodat hieruit de waarnemingstijd niet is op te bouwen. Het best weten wij de voortplantingssnelheid van het prikkelingsproces in een zenuw. Hiervoor mag een bedrag van ongeveer 60 M per secunde worden aangenomen, althans voor de zenuwen van het willekeurige zenuwstelsel. Verder is het zeker, dat de processen in de grijze zenuwsubstantie zich beduidend langzamer ontwikkelen.

Ook het prikkelingsproces in het zintuig heeft een zekere traagheid, welke voor de verschillende zintuigen zeer uiteenloopt. Speciaal het netvliesproces schijnt betrekkelijk langzaam te verlopen.

Het psychische proces, de bewuste waarneming, blijkt bij nadere beschouwing zeer samengesteld. De waarneming is opgebouwd uit de gewaarwordingen, welke de direkte gevolgen zijn van de zintuiglijke prikkelingsprocessen. Wat echter in de waarneming tot bewustzijn komt, is rijker en vollediger dan de som der gewaarwordingen alleen. De gewaarwordingen zijn geschilderd, gerangschikt en aangevuld door de bestaande bewustzijnsinhouden. Aan de gewaarwordingen wordt toegevoegd ruimtelijke ordening, ordening in tijd en ten slotte de opvatting, dat ze betrekking hebben op iets buiten het bewustzijn. Deze „psychische Verarbeitung des Sinnematerials” ¹⁾ volgt op de gewaarwordingen zelf, sluit zich er bij aan. De snelheid, waarmede dit gebeurt, is moeilijk te schatten. De zelfwaarneming leert, dat gewoonlijk alleen de voltooide waarneming bewust is. De gewaarwordingen, waaruit ze is opgebouwd, komen niet afzonderlijk tot bewustzijn: de psychische verwerking vindt in het onderbewustzijn plaats. Zijn de gewaarwordingen zeer vaag, dan kan het zijn, dat pas na eenig „bezinnen” zich de

¹⁾ J. VON KRIES Zur Psychologie der Sinne. In: NAGEL. Handbuch der Physiologie des Menschen. Bnd. III, 1905, pag. 16 e. v.

waarneming vormt. De verwerking vindt hier meer bewust plaats en een zeker tijdsverloop kunnen wij hierbij opmerken. Dit maakt het waarschijnlijk, dat ook wanneer het geheele proces onderbewust plaats vindt, het een zekeren duur heeft, hoewel wij dezen niet bemerken en dus evenmin kunnen vaststellen.

De som der tijden, die elk der onderdeelen van het waarnemingsproces duurt, voorzoover deze niet samen-vallen (het bewustzijnsproces en het hersenproces), is de waarnemingstijd.

Voordat ik op de bepaling van den waarnemingstijd verder inga, lijkt het mij gewenscht zeer in het kort enkele begrippen uit de psychologie en physiologie te bespreken, welke, hoewel niet direct, toch eenigszins in verband staan met den waarnemingstijd. Ik bedoel het „Anklingen” en „Ansteigen der Empfindungen”, met de daaruit gedestilleerde „Reizzeit” en „Maximalzeit”.

Onder „Ansteigen der Gesichtsempfindungen” verstaat men, dat deze veelal betrekkelijk langzaam tot stand komen, d.w.z. er verloopt eenige tijd van het oogenblik af, waarop de gewaarwording begint, tot het oogenblik, waarop zij die intensiteit bereikt, welke zij, in verband met de sterkte van den oorzakelijken prikkel, kan bereiken. Een blijvende lichtprikkel wordt eerst zwak, pas na eenigen (zeer korten) tijd met volle duidelijkheid waargenomen.

Met „Anklingen” bedoelt men, dat de intensiteit van de gewaarwording afhankelijk is van den tijd, gedurende welken de prikkel op het zintuig inwerkt. Dezelfde licht-bron, b.v. een wit papier, dat een moment wordt vertoond, lijkt minder wit, dan wanneer de expositie wat langer duurt. De tijd, gedurende welken een licht moet inwerken, om zoo duidelijk te worden waargenomen als het kan worden waargenomen, de „Reizzeit”, heeft een minimum duur. Men noemt dezen tijd de „Maximalzeit”.

Van een principieel verschil tusschen wat men als „Anklingen” en „Ansteigen” onderscheidt, kan wel nauwelijks sprake zijn.

Verschillende onderzoekers hebben de „Maximalzeit” voor licht bepaald. De opgegeven getallen loopen zeer uiteen, ze varieeren van $\frac{1}{80}$ tot $\frac{1}{4}$ secunde ¹⁾. Dit komt waarschijnlijk, doordat zij afhangt van de sterkte van den prikkel, waarmee bij de onderzoekingen niet voldoende rekening is gehouden.

Het verschijnsel zelf, het „Anklingen” en „Ansteigen”, wordt vooral opgevat als netvliesproces; de oorzaak zoekt men in de traagheid hiervan. Op zich zelf is dit niet zoo evident. Wat wordt geconstateerd is immers het „Ansteigen der Empfindung”, hetgeen zoowel quantitatief als tijdelijk met het Ansteigen van het zintuigproces niet parallel behoeft te gaan.

Behalve dat de vluggere of langzamere ontwikkeling van het zintuigproces van invloed zal kunnen zijn op den duur van den waarnemingstijd, houden overigens „Reizzeit” en „Maximalzeit” met den waarnemingstijd in den hier gebruikten zin geen verband.

De vraag hoe snel een prikkel wordt waargenomen en eveneens, waarvan de waarnemingssnelheid afhangt, is herhaaldelijk gesteld en op verschillende wijzen heeft men getracht haar te beantwoorden.

De eerste aanleiding daartoe gaf de astronomie ²⁾. De astronoom wenscht het oogenblik te weten, waarop een ster den meridiaan passeert. Oorspronkelijk werd dit bepaald volgens de „oog- en oormethode.” Later werd het moment van de passage door een reactiebeweging vastgelegd.

1) EBBINGHAUS. Grundzüge der Psychologie. Bnd. I, 1909, pag. 250.

2) TITCHENER. Lehrbuch der Psychologie, 2er Teil, 1910, pag. 428.

De oog- en oormethode komt hierop neer, dat de waarnemer oplet, bij den hoeveelsten secundeslag van een uurwerk een ster den draad in het gezichtsveld van den kijker passeert. De kijker is zoo gericht dat deze draad overeenkomt met den meridiaan. Hierbij blijken persoonlijke verschillen: de eene waarnemer registreert dezelfde passage vroeger dan de andere.

Om de oorzaak van de persoonlijke verschillen nader te leeren kennen, en deze te meten, stelde men verschillende proeven in, welke leidden tot de latere onderzoeken over de tijdverschuivingen, de complicatieproeven, de reactietijdsbepalingen, en de studie van het reactieproces ¹⁾.

Met tijdverschuivingen bedoelt men die „Zeittäuschungen“, wanneer gelijktijdige of snel op elkaar volgende zintuigprikkelers tijdelijk zoo ten opzichte van elkaar worden verschoven, dat de in werkelijkheid gelijktijdige successief, de werkelijk successieve gelijktijdig of omgekeerd successief worden waargenomen. Vooral bij disparate prikkels (prikkelers, die tot verschillende zintuiggebieden behooren) treden dergelijke verschuivingen op.

Bij de complicatieproeven wordt, in een reeks van gelijksoortige prikkels, één disparate prikkel ingevoegd. Bepaald wordt, met welken prikkel der reeks de disparate gelijktijdig wordt waargenomen. De oog- en oormethode der astronomen is eigenlijk een dergelijke complicatieproef.

Bij al deze proeven is gebleken, dat het oogenblik, waarop een prikkel wordt waargenomen, niet hetzelfde is als het oogenblik, waarop hij wordt gegeven, en eveneens, dat het tijdsverloop tusschen prikkel en waarneming zeer verschillend en van verschillende factoren afhankelijk is. Zoo bleken b.v. grooten invloed te hebben de richting van de opmerkzaamheid, de verwachting van den waarnemer, en de sterkte en de aard van den prikkel. Omtrent

¹⁾ WUNDT. Grundzüge der physiologischen Psychologie. Bnd. III, 1903, pag. 67.

de absolute grootte van den waarnemingstijd voor een bepaalden prikkel geven de proeven echter geen uitkomst.

Meer waarde voor het bepalen van de snelheid van waarnemen is toe te kennen aan de reactieproeven.

Een reactieproef — in de experimenteele psychologie — bestaat hierin, dat een proefpersoon een te voren afgesproken prikkel met een bepaalde beweging beantwoordt. Het oogenblik, waarop de prikkel wordt gegeven, wordt geregistreerd, evenals het oogenblik, waarop de proefpersoon reageert. De daartusschen verloopen tijd is de reactietijd. Deze kan, met daarvoor geschikt instrumentarium, zeer nauwkeurig worden bepaald.

Het voornaamste, dat de reactietijdsbepalingen hebben geleerd, voorzoover betreft de snelheid van waarnemen, kan in het volgende worden samen gevat:

1. De reactietijd is c. p. afhankelijk van de soort van den prikkel.

Over 't algemeen is b.v. de reactietijd voor gehoorsprikkel korter dan voor gezichtsprikkel. Dit blijkt ook uit de volgende tabel, welke ik overneem uit het handboek van WUNDT ¹⁾. De getallen stellen voor den reactietijd in milliseconden.

Proefpersonen	HIRSCH	DONDERS	HANKEL	WUNDT	EXNER	V. KRIES	AUERBACH	CATTEL
Geluidprikkel . . .	149	180	150	167	136	120	125	125
Lichtprikkel	200	188	224	222	150	193	191	150
Electr. huidprikkel .	182	154	154	201	133	117	146	

¹⁾ WUNDT. Grundzüge der physiologischen Psychologie. Bnd. III, 1903, pag. 416.

Uit deze en overeenkomstige proeven is wel af te leiden, dat prikkels van het eene zintuiggebied sneller worden waargenomen dan van het andere.

2. De reactietijd is c.p. afhankelijk van de sterkte van den prikkel.

Gemiddeld wordt op sterkere prikkels vlugger gereageerd dan op zwakkere. Vanaf de drempelwaarde neemt, bij stijgende intensiteit van den prikkel, de reactietijd eerst snel, dan steeds langzamer af, wordt ten slotte constant of vrijwel constant en neemt bij zeer sterke prikkels weer toe.

BERGER ¹⁾ geeft de volgende tabellen (tijd in milliseconden).

A. Lichtreactie's.

Intensiteit van het licht	I drempel- waarde	II $7 \times$ dr.w.	III $23 \times$ dr.w.	IV $123 \times$ dr.w.	V $315 \times$ dr.w.	VI $1000 \times$ dr.w.	VII > VI	VIII > VII
Reactietijd	338	265	238	230	222	225	207	198

B. Electriche huidprikkel.

Intensiteit van den prikkel (stijgend)	I	II	III	IV
Reactietijd	212	193	188	190

Men kan hieruit de gevolgtrekking maken, dat sterkere prikkels over 't algemeen sneller worden waargenomen dan zwakkere.

3. De reactietijd is c.p. afhankelijk van de kwaliteit van den prikkel (binnen hetzelfde zintuiggebied).

Volgens MARTIUS ²⁾ wordt de reactietijd voor tonen korter bij stijgende toonhoogte.

¹⁾ BERGER, Wundt's philosophische Studien Bnd III, 1886.

²⁾ GOTZ MARTIUS, Wundt's philosophische Studien Bnd VI, 1891.

Hij geeft de volgende tabel (tijd in milliseconden).

Toonhoogte	C'	c'	c'''	c''''	geruisch
G. M.	165	145	139	131	109
p.p. v. Pr.	155	138	125	121	117
M. C.	146	139	119	107	109

$$\begin{aligned}
 \text{Waarbij trillingsgetal } C' &= 33 \\
 c' &= 264 \\
 c''' &= 1056 \\
 c'''' &= 2112
 \end{aligned}$$

Hieruit besluit MARTIUS tot een sneller waarnemen der hoogere tonen.

4. De reactietijd is c.p. individueel verschillend.

Uit de bovenstaande tabellen van WUNDT en MARTIUS blijkt dit duidelijk. Veel groter nog zijn deze verschillen bij patienten met geestelijke afwijkingen. ROORDA ¹⁾ deed in de Psychiatrische-neurologische kliniek te Groningen reactieproeven zoowel bij normalen als bij geesteszieken. Hij vond als hoogste individuele gemiddelde, bij een melancholiepaciente, 0,86 sec., als laagste, bij een lijder aan manie, 0,18 sec., als hoogste individuele gemiddelde bij een normalen proefpersoon 0,25 sec., als laagste 0,18 sec.

De individuele verschillen in reactietijd zijn zeker niet alleen toe te schrijven aan verschillen in de snelheid van waarnemen. Ook de andere onderdeelen van het reactieproces (het intrapsychische proces en de reactiebeweging) zullen individueel verschillend snel verlopen.

5. De reactietijd is c. p. afhankelijk van de opmerkzaamheid, van oefening, en andere factoren.

¹⁾ J. ROORDA, Reactietijdsbepalingen bij psychosen. Diss. Groningen 1921.

Wanneer de aandacht op den prikkel is gericht (z. g. sensorische instelling) is de reactietijd langer, dan wanneer zij geconcentreerd is op de uit te voeren beweging (motorische instelling). LANGE ¹⁾ vond een verschil van gemiddeld ongeveer 0,100 secunde.

Volgen de prikkels met gelijke tusschenpoozen op elkaar, dan is de reactietijd over 't algemeen korter dan wanneer ze onregelmatig worden gegeven, en nog korter is hij, wanneer aan den prikkel een waarschuwende prikkel, signaal, voorafgaat. Zoo vond DWELSHAUWERS ²⁾ de volgende reactietijden voor gehoorsprikkels met en zonder signaal: (tijd in milliseconden).

	Sensorische instelling	Motorische instelling
Zonder signaal	305	188
Met signaal.	279	136

Omgekeerd wordt, wanneer andere prikkels gelijktijdig storend inwerken, de reactietijd langer.

WUNDT ³⁾ vond, als gemiddelde reactietijd voor een zachten geluidsprikkel, zonder storend bijgeluid 0,189 sec., met storend bijgeluid 0,313 sec. Hetzelfde storende bijgeluid verlengde den reactietijd voor een sterken geluidsprikkel van 0,158 sec. tot 0,203 sec., en den reactietijd voor een lichtprikkel van 0,222 sec. tot 0,300 sec.

Door oefening wordt de reactietijd korter, en verdwijnt ook het verschil tusschen den sensorischen en motorischen reactietijd steeds meer ⁴⁾.

¹⁾ Wundt's philosoph. Studien. Bnd. IV, 1888.

²⁾ Wundt's philosoph. Studien. Bnd. VI, 1891.

³⁾ WUNDT. Grundzüge der physiologischen Psychologie. Bnd. III, 1903, pag. 442.

⁴⁾ WUNDT. Grundzüge der physiologischen Psychologie. Bnd. III, 1903, pag. 414.

In al deze gevallen is, evenals bij de individueele verschillen, niet steeds uit een verschil in reactietijd eenzelfde verschil in waarnemingstijd af te leiden.

Wat de reactieproeven niet hebben geleerd, en niet kunnen leeren, is den duur van den waarnemingstijd zelf. Immers het reactieproces, omvat, behalve het waarnemingsproces, ook de reactiebeweging en het tusschen waarnemen en handelen gelegen intrapsychische proces (wilsbesluit, oproepen van de bewegingsvoorstelling). De tijdsduur van deze laatste processen is niet bekend, en dus kan de waarnemingstijd niet uit den reactietijd worden afgeleid, hoe nauwkeurig ook de reactietijd mag kunnen worden bepaald. Alleen kan men zeggen, dat de waarnemingstijd korter moet zijn dan de reactietijd.

Dat men ook uit de verschillen in de reactietijden niet steeds tot dezelfde verschillen in de snelheid van waarnemen kan concludeeren, is met een paar voorbeelden gemakkelijk duidelijk te maken. Denken wij b.v. aan het weer langer worden van den reactietijd, wanneer de prikkel een zekere intensiteit overschrijdt. Dit is toe te schrijven aan het onlustgevoel, dat door de zeer sterke prikkels wordt opgewekt. De optredende emotie werkt remmend op het tot stand komen van de reactiebeweging, waardoor de reactietijd langer wordt. Er is geen enkele reden om aan te nemen, dat ook de waarnemingstijd langer zou zijn.

De kortere reactietijd bij sterkere prikkels behoeft ook niet alleen te berusten op een korteren waarnemingstijd. Het is begrijpelijk, dat hier ook de reactiebeweging vlugger wordt uitgevoerd. Vooral bij zeer zwakke prikkels, ter sterkte van omstreeks drempelwaarde, ligt het zeer voor de hand, dat de langere reactietijd gedeeltelijk wordt veroorzaakt door de onzekerheid van den proefpersoon, of hij werkelijk den prikkel waarneemt, waardoor het wilsbesluit pas na eenige aarzeling tot stand komt.

Aan den anderen kant is, wanneer de reactiebeweging automatisch wordt (na lange oefening), het intrapsychische

proces zeer verkort, en bestaat de mogelijkheid, dat de reactiebeweging wordt uitgevoerd voordat de waarneming centraal bewust is. De reactietijd wordt dan zeer kort en men zou geneigd zijn, hieruit tot een sneller waarnemen te besluiten dan in werkelijkheid het geval is.

Uit het bovenstaande volgt, dat de reactietijden slechts een zeer betrekkelijke maatstaf zijn voor de snelheid van waarnemen. Niet alleen, omdat de waarnemingstijd zelf door den reactietijd niet is gegeven, maar ook, omdat verschillen in reactietijd niet dezelfde verschillen beteken in de snelheid waarmede wordt waargenomen.

Bij het bestudeeren van de litteratuur valt het op, dat steeds meer de oorspronkelijke vraagstelling: hoe vlug wordt een bepaalde prikkel waargenomen? op den achtergrond geraakt en wordt vervangen door de vraag: hoe lang is de reactietijd?

Dit zal ook de oorzaak zijn, dat men de uitdrukking: waarnemingstijd, in de boven omschreven beteekenis, niet in de psychologische en physiologische litteratuur ontmoet.

Toch zou het, naar mij voorkomt, van veel belang zijn, den waarnemingstijd te kennen. Niet alleen om die kennis als zoodanig, maar ook om een beter inzicht te krijgen zoowel in het waarnemingsproces als het reactieproces. Nauwkeuriger dan door reactieproeven zouden wij den invloed, welke de sterkte van den prikkel, storende prikkels, en andere factoren op de snelheid van waarnemen hebben, kunnen nagaan, hetgeen tot een beter begripen zou voeren.

Ik heb gemeend een geheel anderen weg te moeten inslaan om de snelheid van waarnemen te meten. De boven genoemde methoden (complicatieproeven, tijdverschuivingen, reactieproeven) hebben alle dit gemeen, dat ze zich geheel bepalen tot de eene eigenschap der waarnemingen, de tijdelijke ordening.

Aan de waarnemingen niet minder inhaerent dan de tijdelijke ordening is de ruimtelijke. Ik heb mij afgevraagd, of de ruimtelijke ordening niet een maatstaf kan zijn voor de tijdelijke, meer speciaal, of niet, in bepaalde gevallen, de richting, waarin een waarneming wordt geprojecteerd, kan afhangen van, en daardoor een aanwijzing zijn voor het oogenblik, waarop de waarneming bestaat.

Oppervlakkig is zoo'n geval gemakkelijk te construeeren:

Men ziet in een bepaalde richting (A). In deze richting wordt een, slechts één moment durend, licht vertoond. Het licht wordt gezien in die richting (A), waarin het even te voren (waarnemingstijd) was. D.w.z. het licht wordt, daar de lichtstralen het netvlies treffen op de plaats van scherp zien, waargenomen in het centrum van het bewuste gezichtsveld en gelocaliseerd in de blikrichting. Deze richting komt geheel overeen met de werkelijke richting, waarin het licht was: de localisatie der gezichtsindrukken is zeer nauwkeurig en juist.

Wanneer men echter, tusschen het oogenblik, waarop de lichtstralen het netvlies treffen en het oogenblik waarop de waarneming bestaat, in een andere richting is gaan zien (richting B), dan is er alle reden om te verwachten, dat het licht in deze richting (B) zal worden waargenomen. Immers, er is voldaan aan de voorwaarden, welke bepalen, dat het licht in de blikrichting zal worden waargenomen: de lichtprikkel trof de fovea centralis van het netvlies. Maar dan in de blikrichting, welke bestaat op het oogenblik, waarop de waarneming bewust wordt. Daar de blikrichting op dit oogenblik anders is (richting B) dan op het oogenblik, waarop de lichtstralen het netvlies treffen (richting A), zal het licht foutief worden gelocaliseerd, het zal in een andere richting worden gezien (B) dan met de werkelijkheid overeen komt (A).

Wanneer nu, bij veranderende blikrichting, in een bekende richting (A) de prikkel het netvlies treft op de plaats van scherp zien, terwijl in richting B het licht wordt

gelocaliseerd, dan zal het richtingsverschil tusschen A en B een directe maatstaf zijn voor den tijd, die tusschen netvliesproces en waarneming verloopt. Immers dit richtingsverschil (in graden) is gelijk aan de richtingsverandering van den blik (in graden) gedurende het waarnemingsproces. Is nu dit richtingsverschil bekend en ook de snelheid van de verandering der blikrichting, dan is hieruit de waarnemingstijd te berekenen.

Naar aanleiding van deze overweging heb ik, na eenig zoeken en veranderen, de volgende proef opgesteld, waardoor, naar het mij voorkomt, de waarnemingstijd voor lichtprikkels kan worden bepaald.

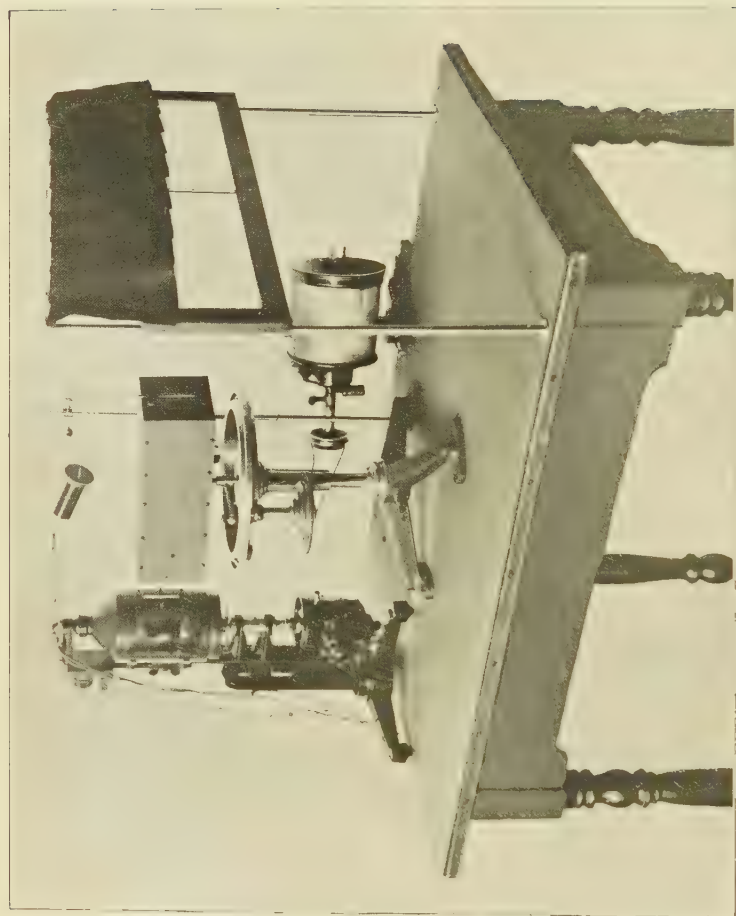


Fig. 1. Proefopstelling voor de bepaling van den waarnemingstijd.

HOOFDSTUK II.

DE BEPALING VAN DEN WAARNEMINGSTIJD.

PROEFOPSTELLING.

Voor een lichtbron (L^1) is een trommel draaibaar opgesteld. In de trommel zijn tegenover elkaar twee smalle, verticale spleten. Alleen in een bepaalden stand van de trommel, als lichtbron en beide spleten in een rechte lijn liggen, wordt het licht door de trommel doorgelaten. Dit licht valt op een half doorzichtig scherm. De afstand tusschen beide spleten (lengte van de trommel) bedraagt ongeveer 30 cM, de spleten zijn ongeveer $\frac{1}{2}$ mM breed en 5 cM hoog. De lichtbron staat eenige cM achter de trommel, de afstand tusschen trommel en scherm bedraagt ongeveer 40 cM. Als lichtbron dient een Nernstlamp, welke, om alle overbodig licht te onderscheppen, is ingesloten in een metalen omhulsel, waarin een smalle verticale spleet is, welke het licht doorlaat. Dit licht valt dus alleen op het scherm, wanneer òn de draad van de Nernstlamp, òn de spleet in het omhulsel, òn de beide spleten in de trommel in één lijn liggen.

Wanneer de trommel ronddraait, b.v. met een snelheid van één keer in 15 sec., valt telkens om de $7\frac{1}{2}$ sec. op het scherm een lichtbundel, waardoor een smalle verticale strook van het scherm, ongeveer 1 mM breed, even wordt verlicht. Deze verlichting duurt slechts zeer kort, ze komt op, zwelt aan en verdwijnt, alles binnen een tijd van ongeveer $\frac{1}{50}$ tot $\frac{1}{100}$ sec.

Boven het draaipunt van de trommel is nog een tweede lichtbron geplaatst (L^2), bestaande uit een klein spleetlampje. De spleet, horizontaal, is naar het scherm gericht.

Dit lampje, dat zeer zwak licht geeft, beschijnt het geheele scherm. Het is zoo hoog boven de trommel geplaatst, dat van de trommel zelf geen schaduw op het scherm ontstaat.

Op de trommel, precies boven één der spleten, is een metalen staafje aangebracht, zóó, dat bij het draaien van de trommel het staafje telkens tusschen L^2 en scherm passeert, waarbij dan op het scherm een schaduw van het staafje wordt geworpen. Deze schaduw is, wanneer het lampje goed is geplaatst, (de spleet horizontaal en de gloeidraad verticaal), volkomen scherp en glijdt bij het draaien van de trommel met vrijwel gelijkmatige snelheid over het scherm, in de richting waarin het staafje beweegt. De schaduw is ongeveer $\frac{1}{2}$ cM breed. Het lampje en het staafje zijn zoo geplaatst, dat, wanneer de schaduw midden op het scherm is, precies midden in de schaduw het licht van L^1 valt. Is de trommel iets verder gedraaid, dan is de schaduw niet meer in het midden en is het licht verdwenen; wijkt de trommel nog verder af, dan verdwijnt ook de schaduw van het scherm.

Het licht van het lampje boven de trommel is slechts zwak, zoodat het geheele scherm slechts matig is verlicht, maar toch zóó, dat z'n contouren en de schaduw erop duidelijk zichtbaar zijn. Het licht, dat L^1 op het scherm werpt, in de schaduw, is veel sterker.

Langs den bovenkant van het scherm is nog een schaalverdeeling aangebracht. Deze is zoo gemaakt, dat, als de trommel één graad draait, de schaduw zich één deelstreep over het scherm verplaatst. Daar, waar het licht van L^1 telkens op het scherm valt, dus midden op het scherm staat bij de deelstreep het cijfer 0, links en rechts hiervan zijn de deelstrepen 1, 2, 3, enz. Deze zijn iets minder dan 1 cM van elkaar verwijderd, zoodat, wanneer de trommel ronddraait met een snelheid van 1 keer per 15 sec., de schaduw met een snelheid van ongeveer 20 cM per sec. over het scherm beweegt.

De proef is opgesteld in de donkere en geruischlooze kamer van het Psychiatrisch Laboratorium. De geheele opstelling is door een zwarten doek bedekt, zóó, dat de proefpersoon, die achter het scherm zit, alleen het zwak verlichte scherm ziet met de schaduw, die telkens er overglijdt en het licht dat telkens even in de schaduw komt, wanneer deze midden op het scherm is gekomen.

Het spreekt vanzelf, dat niet alleen wanneer de schaduw midden op het scherm is, maar ook in den stand van de trommel, die hier 180° mee verschilt, het licht van L^1 op het scherm valt. Dit licht echter wordt door den proefleider telkens onderschept.

Figuur I geeft de proefopstelling weer.

In het midden staat de trommel, welke draaibaar is opgesteld op een statief met graadverdeling en gedreven wordt door een motor. De eene spleet in de trommel is zichtbaar, de andere is daar recht tegenover. Boven de eerste staat het schaduwgevende staafje. Boven de trommel bevindt zich het spleetlampje (L^2), links ervan het omhulsel waarin lichtbron L^1 , rechts het scherm. De stand van de trommel is zoo, dat het licht van L^1 door de spleten op het scherm valt in de schaduw, welke het staafje op het door L^2 verlichte scherm geeft.

Figuur II stelt voor het scherm met de schaalverdeling.

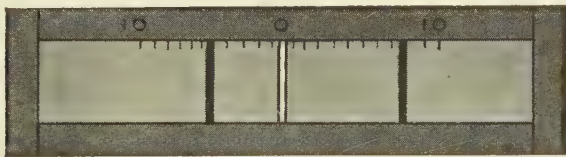


Fig. 2.

In de schaduw, midden op het scherm, bevindt zich het licht; links en rechts van het midden is het licht niet in de schaduw aanwezig.

UITVOERING EN VERKLARING DER PROEF.

De proefpersoon zit achter het scherm, op ongeveer 50 cm afstand. Wanneer hij naar het scherm kijkt zonder zijn blik te bewegen, dan ziet hij, met geregelde tusschenpoozen, (omlooptijd van de trommel) op een bepaalde plaats, midden op het scherm, het licht, op het oogenblik, waarop de schaduw daar passeert. Hij kan zeer nauwkeurig aangeven, waar hij het licht ziet, en de aangezezen plaats komt volkomen overeen met de werkelijke plaats, waar het licht in de schaduw komt. Dus de richting,

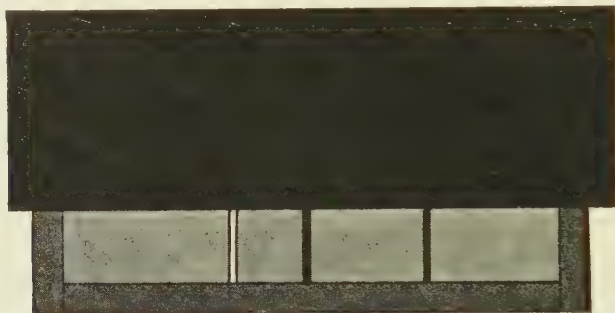


Fig. 3.

waarin de waarneming is geprojecteerd, valt geheel samen met de werkelijke richting, waaruit de prikkel komt.

Geheel anders is het, wanneer de p.p. telkens, zoodra de schaduw op het scherm komt, deze fixeert en met zijn blik volgt. Dan ziet hij, op een gegeven oogenblik, midden in de schaduw, het licht. Ook nu kan hij zeer nauwkeurig aanwijzen, waar hij het ziet. Thans wijst hij niet de juiste plaats aan op het scherm, maar links of rechts daarvan, al naar de schaduw beweegt. Beweegt deze van links naar rechts, dan wijst hij rechts, van rechts naar links, dan links er van. Nu valt de richting, waarin de waarneming wordt geprojecteerd, niet meer samen met

de werkelijke richting, waaruit de prikkel komt: *de localisatie is foutief*.

In fig. 3 is weergegeven waar de p. p. het licht ziet wanneer de schaduw van rechts naar links beweegt. De schaalverdeeling is door een overhangend doek onzichtbaar.

De p. p. moet de schaduw goed met zijn blik volgen. Dit is na eenige oefening, wanneer de snelheid, waarmee de schaduw beweegt, niet al te groot is, gemakkelijk te doen. Soms heeft hij de neiging, wanneer de schaduw ongeveer in het midden is gekomen, haar niet verder te volgen, omdat hij daar het licht verwacht. Om dit te voorkomen is het wenschelijk, het licht niet bij iedere ronddraaiing der trommel in de schaduw te laten komen. Dit is gemakkelijk te bereiken, door op ongeregelde tijden den prikkel te onderscheppen met behulp van een ondoorzichtig schermpje tusschen lichtbron en scherm.

De p. p. wijst op het scherm aan, waar hij het licht ziet. De proefleider leest deze plaats af op de schaalverdeeling door het overhangende doek even op te lichten en noteert het cijfer het dichtst bij de plaats, die de p. p. aanwijst.

Wat beteekent nu deze foutieve localisatie en hoe komt zij tot stand?

De p. p. fixeert de bewegende schaduw, zoodra hij ze ziet en volgt haar fixeerende. Het beeld, dat de schaduw op het netvlies vormt, ligt daarbij voortdurend op de plaats van scherp zien, de waarneming is voortdurend in het centrum van het bewuste gezichtsveld.

Immers wanneer wij een object fixeeren, beteekent dit, dat wij trachten een zoo duidelijk mogelijke voorstelling van dat object te krijgen. Daar de fovea centralis de meest gunstige voorwaarden biedt voor het tot stand komen van een zoo duidelijk mogelijke voorstelling, worden de oogen bij het fixeeren zoo gericht, dat het beeld van het voorwerp op de fovea centralis van het netvlies

valt ¹⁾. De bewuste waarneming neemt dan een zeer bepaalde plaats in onder de andere tegelijk tot bewustzijn komende gezichtsindrukken. Zij ligt in het centrum van het bewuste gezichtsveld. Aan het waargenomen object wordt een bepaalde plaats in de ruimte toegekend, het wordt gelocaliseerd in een bepaalde richting, de blikrichting, of, daar bij het fixeeren blikrichting en opmerkzaamheidsrichting samenvallen, in de opmerkzaamheidsrichting. Deze richting komt — in de groote meerderheid der gevallen — volkomen overeen met de werkelijke richting, waarin zich het object ten opzichte van den waarnemer bevindt.

Ook bij de proef dus ligt het beeld van de schaduw op het netvlies steeds op de plaats van scherp zien. Daar het licht midden in de schaduw komt, zal ook dit op dezelfde plaats het netvlies treffen en eveneens waargenomen worden in het centrum van het bewuste gezichtsveld, in de opmerkzaamheidsrichting. Het zal dan in deze richting worden gelocaliseerd, d.w.z. in de opmerkzaamheidsrichting welke bestaat op het oogenblik waarop het licht wordt waargenomen, en niet in de opmerkzaamheidsrichting welke bestaat op het oogenblik dat het netvlies wordt getroffen. De waarneming toch is naar buiten geprojecteerd en gelocaliseerd, en niet het netvliesproces. Daar de opmerkzaamheidsrichting op het oogenblik, waarop het licht wordt waargenomen, anders is als op het oogenblik, waarop het licht het netvlies treft, is de localisatie foutief.

Het is duidelijk, dat de grootte van de localisatiefout bepaald is door de snelheid, waarmede de schaduw beweegt en den duur van den waarnemingstijd. Immers, de localisatiefout is gelijk aan de afstand welken de schaduw gedurende het waarnemingsproces aflegt.

De grootte van de fout is direct op de schaalverdeeling van het scherm af te lezen, n.l. uit den afstand tusschen

¹⁾ DÜRR. Die Lehre von der Aufmerksamkeit. Leipzig 1907, pag. 5.

in de richting van S^1 naar S^2 , dan ziet de p.p., daar hij de schaduw fixeert, deze steeds in de opmerkzaamheidsrichting, voorgesteld door de pijlen R^1 , R^2 enz. In R^3 komt het licht in de schaduw en treft het netvlies van beide oogen op de plaats van scherp zien (f. c. r. als denkbeeldige fovea centralis retinae tusschen de beide bestaande gedacht). Als het licht wordt waargenomen is de opmerkzaamheidsrichting R^4 . In deze richting wordt het licht gezien en gelocaliseerd. Terwijl het scherm bij S^3 werd verlicht, wijst de p.p. S^4 aan als de plaats, waar hij het licht ziet.

Als voorbeeld voor de berekening van den waarnemings-tijd diene het volgende:

De trommel draait 1 keer rond in 15 secunden. De p.p. localiseert het licht bij deelstreep 2. Wij weten dat bij 0 het licht op het scherm valt, en dat, wanneer de trommel 1 graad draait, de schaduw zich 1 deelstreep verplaatst. Een verplaatsing van de schaduw over 2 deelstrepen komt dus overeen met een tijdsverloop van $\frac{2}{360} \times 15 \text{ sec.} = 0,083 \text{ sec.}$ De waarnemingstijd bedraagt dus ook 0,083 sec.

HOOFDSTUK III.

EXPERIMENTEN.

Als waarnemingstijd (W.T.) wordt telkens de arithmetisch gemiddelde van 10 of meer bepalingen genomen, uitgedrukt in seconden. R I beteekent, dat de schaduw bij de proef van links naar rechts beweegt, R II van rechts naar links; r.t. is de rotatietijd van de trommel, r.t. 15 sec. wil zeggen, dat de omlooptijd 15 sec. is. Waar de richting niet is vermeld, beteekent dit, dat de schaduw van rechts naar links beweegt, waar de rotatietijd niet is vermeld, bedraagt deze 15 sec. De latere proeven zijn alle genomen bij een rotatietijd van 15 sec., terwijl de schaduw van rechts naar links beweegt. De getallen in de kolommen van de tabellen geven weer het nummer van de deelstreep der schaalverdeeling, bij welke de proefpersoon het licht localiseert, daaronder staat de, uit deze getallen berekende gemiddelde waarnemingstijd in seconden. Het spreekt vanzelf dat de plaats, welke de p.p. aanwijst, slechts in enkele gevallen met een deelstreep samenvalt. Die deelstreep is dan genomen, welke het dichtst bij de aangewezen plaats is gelegen. Wijst de p.p. vrijwel midden tusschen twee deelstrepen in, dan is dit weergegeven door de breuk 0.5 (midden tusschen 2 en 3 dus 2.5, enz.) Bij de latere proeven is een fijnere schaalverdeeling gemaakt, door iederen afstand tusschen twee deelstrepen in tien gelijke deelen te verdeelen, daar bleek, dat de p.p. veel nauwkeuriger de plaats, waar hij het

licht ziet, kan aanwijzen, dan op de grove schaal kan worden afgelezen. Bij de proeven, in de tabellen III, VII en VIII samengevat, en in alle volgende is deze nieuwe schaalverdeeling gebruikt.

De eerste waarnemingen van iederen proefpersoon zijn steeds niet meegerekend, daar eenige oefening noodig is om de schaduw goed te volgen. De proeven in één tabel samengevat, zijn over 't algemeen op denzelfden dag genomen.

Proefpersonen waren:

Drs. med. G.

Dr. med. W.

Dr. med. v. d. H.

Assistente psychologie, H. W.

mijn vrouw, H. R.

en ik zelf, H.

DE WAARNEMINGSTIJD VOOR LICHTPRIKKELS VAN EEN BEPAAALDE, STEEDS DEZELFDE INTENSITEIT.

In de tabellen I—VIII zijn samengevat de waarnemings-tijden van 4 proefpersonen. De prikkel is steeds dezelfde (zelfde intensiteit). De omlooptijd van de trommel is respectievelijk 9, 12, 15 en 18 sec. De resultaten van één proevenreeks zijn in één tabel samengevat. Dezelfde reeks is later bij iederen proefpersoon herhaald.

T A B E L I.

p.p. v. d. H.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
4	4	2,5	3
4	3,5	2	2
4	4	3	2,5
3,5	4	2,5	3
3,5	4,5	3	3
4	4	3	3
4	4	3	3
3,5	3,5	3,5	3
3,5	4	3	2,5
3,5	4	2,5	2,5
37,5	39,5	28	27,5
gem. 3,75	gem. 3,95	gem. 2,8	gem. 2,75
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,094 sec.	0,099 sec.	0,093 sec.	0,092 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
2,5	1,5	2	2
2	2	2	1
2,5	2,5	2	1
1,5	2,5	2	1,5
2	2	2	1,5
2	2	2	2
2	1,5	2	2
2,5	2	1,5	1,5
2	2	2	2
3	2	2	2
22	20	19,5	16,5
gem. 2,2	gem. 2	gem. 1,95	gem. 1,65
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,091 sec.	0,083 sec.	0,097 sec.	0,082 sec.

T A B E L II

p.p. G.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
4	4,5	3,5	4
4	4,5	4	4,5
3,5	4	3,5	3,5
3,5	4,5	3,5	4
3,5	4	4	3,5
4	4	3,5	3
3,5	5	4	3,5
4	5	4	3,5
3,5	4	4	3,5
4,5	4,5	3,5	3,5
38	44	37,5	36,5
gem. 3,8	gem. 4,4	gem. 3,75	gem. 3,65
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,095 sec.	0,110 sec.	0,127 sec.	0,122 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
3	3,5	2,5	2,5
2,5	3	2	3
2,5	3	2,5	2,5
3	3	2	2
2,5	2,5	2	3
2,5	3	2	2,5
3	3,5	2	2
2	3	2,5	3
3	2,5	2	2,5
2,5	3	2,5	2
26,5	30	22	24
gem. 2,65	gem. 3	gem. 2,2	gem. 2,4
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,110 sec.	0,125 sec.	0,110 sec.	0,120 sec.

T A B E L III.

p.p. H. R.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
3,9	3,8	2,2	2,5
3,5	3	2,2	2,2
3,4	3,7	2,2	2
3,8	3,1	2,6	2,3
3,6	3,1	2,3	2,2
2,9	3	1,9	2,2
3	2,8	2	1,9
3,5	3,4	2	2,6
3,4	3	2	2,6
2,9	2,8	1,9	2,5
33,9	31,7	21,3	23
gem. 3,39	gem. 3,17	gem. 2,13	gem. 2,3
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,085 sec.	0,079 sec.	0,071 sec.	0,077 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
2,1	2,2	1,8	1,4
2,2	2	1,8	1,9
2	2,4	1,9	1,3
2,1	2,1	1,4	1,2
2,3	2	1,6	1,5
2,4	1,9	1,8	1,8
1,9	1,9	1,7	1,4
2,1	2,3	1,8	1,3
2	2	1,8	1,6
2,1	2,4	1,7	2
21,2	21,2	17,3	15,4
gem. 2,12	gem. 2,12	gem. 1,73	gem. 1,54
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,088 sec.	0,088 sec.	0,086 sec.	0,077 sec.

TABEL IV.

p.p. H.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
4	5	3	3
5	4,5	4	4
5	4,5	4	3,5
4,5	5	3	3,5
4,5	4	3,5	4
4	5	3,5	4
4	5,5	4	4
5	5	3	3
5	5,5	4	3,5
4	4	3	4
45	48	35	36,5
gem. 4,5	gem. 4,8	gem. 3,5	gem. 3,65
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,112 sec.	0,120 sec.	0,117 sec.	0,122 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
3	2,5	3	2
2	3	2,5	3
3,5	2,5	2	3
2,5	3	2,5	2
3	2,5	2,5	2,5
2	3	3	2,5
2,5	2,5	2	2,5
3	2,5	2	2
3	3	3	3
2,5	2	3	2
27	26,5	25,5	24,5
gem. 2,7	gem. 2,65	gem. 2,55	gem. 2,45
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,112 sec.	0,110 sec.	0,127 sec.	0,122 sec.

T A B E L V.

p.p. v. d. H.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
3,5	4,5	3	3
4	4	3	3,5
4	4	3	3,5
4	4	3	2,5
3	4,5	2,5	3
3	4	3	3,5
3	4	3	2,5
3,5	4	3	3
3	4	3	3,5
3	4	3	3
34	41	29,5	31
gem. 3,4	gem. 4,1	gem. 2,95	gem. 3,1
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,085 sec.	0,102 sec.	0,098 sec.	0,103 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
3	3	2	2,5
3	2,5	2	1,5
2,5	2	2	2,5
2,5	2,5	2	2
2,5	2	2	2
2,5	2,5	2	2
2,5	2,5	2	2
2,5	2	2	2
2	2,5	2	2
2	2,5	2	2
25	24	20	20,5
gem. 2,5	gem. 2,4	gem. 2	gem. 2,05
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,104 sec.	0,100 sec.	0,100 sec.	0,102 sec.

T A B E L VI.

p.p. G.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
5	4	3	4
4,5	5	3	3
5	4	3	3,5
4,5	4	3	3,5
4	3,5	3,5	4
4	4	3,5	4
4	4	3	3
4	4	3	3
5	5	3,5	3
4,5	4	3	3,5
44,5	41,5	31,5	34,5
gem. 4,45	gem. 4,15	gem. 3,15	gem. 3,45
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,111 sec.	0,104 sec.	0,105 sec.	0,115 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
2,5	3	3	2
3	3,5	3	2
2	4	3	2,5
3,5	3,5	3	2
3	3	2,5	2,5
3	3	3	2,5
3	3,5	2,5	2
3,5	3	2	2
2,5	3,5	2,5	2,5
3	3,5	2,5	2,5
29	33,5	27	23
gem. 2,9	gem. 3,35	gem. 2,7	gem. 2,3
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,121 sec.	0,139 sec.	0,135 sec.	0,115 sec.

T A B E L VII.

p.p. H. R.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
2,3	3,4	2,2	2,3
2,9	2,9	2,5	2,8
3,5	3,4	2,2	2,6
3	2,8	2,4	2,8
3,1	2,6	2,4	2,2
2,9	2,8	2,5	2,4
3,2	2,9	2,5	2,2
3,2	2,7	2,4	2,7
2,8	3,2	2,4	2,6
3,1	2,9	2,4	2,3
31	29,6	23,9	24,9
gem. 3,1	gem. 2,96	gem. 2,39	gem. 2,49
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,077 sec.	0,074 sec.	0,079 sec.	0,083 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
1,7	1,6	1,3	1,4
1,8	1,6	1,9	1,4
2,1	1,8	1,7	1,2
1,9	1,8	1,6	1,6
1,8	1,8	1,4	1,6
1,8	1,6	1,4	1,5
1,7	2	1,5	1,4
2	1,8	1,5	1,3
2,1	1,6	1,3	1,4
1,8	2	1,5	1,3
18,7	17,6	15,1	14,1
gem. 1,87	gem. 1,76	gem. 1,51	gem. 1,41
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,078 sec.	0,073 sec.	0,075 sec.	0,070 sec.

T A B E L VIII.

p.p. H.

rt. 9 sec.		rt. 12 sec.	
R I	R II	R I	R II
5,2	4,7	3,4	3
4,8	5	3,6	3,2
4,8	4,5	3,5	4
4,6	4,8	3,5	3,5
5	5,1	3,8	3,5
5,1	4,5	3,3	3,8
5,3	4,4	3,7	3,7
4,7	4,9	3,7	3,1
4,9	4,8	3,8	3,4
5	4,7	3,7	3,3
49,4	47,4	36	34,5
gem. 4,94	gem. 4,74	gem. 3,6	gem. 3,45
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,123 sec.	0,118 sec.	0,120 sec.	0,115 sec.

rt. 15 sec.		rt. 18 sec.	
R I	R II	R I	R II
2,9	3	2,3	2,5
3	3,2	2,3	2,8
2,5	3	2,6	2,7
2,8	3,3	2,4	2,6
3,1	2,9	2,6	2,8
3,2	3,4	2,3	2,6
3,2	3,2	2,7	2,4
3,1	3	3	2,5
3,2	3,3	2,4	2,3
3	3,2	2,4	2,3
30	31,5	25	25,5
gem. 3	gem. 3,15	gem. 2,5	gem. 2,55
W.T. =	W.T. =	W.T. =	W.T. =
0,125 sec.	0,131 sec.	0,125 sec.	0,127 sec.

Wanneer wij deze tabellen overzien en de resultaten samenvatten blijkt het volgende:

1. Gemiddeld bedraagt de waarnemingstijd van de vier p.p. bij de proeven, genomen

in R I: **0,103 sec.**

in R II: **0,102 sec.**

Hieruit blijkt, dat de richting waarin de schaduw beweegt, van geen invloed is.

2. Gemiddeld bedraagt de waarnemingstijd van de vier p.p. bij een rotatietijd van

9 sec.: **0,099 sec.**

12 sec.: **0,102 sec.**

15 sec.: **0,105 sec.**

18 sec.: **0,104 sec.**

Een merkbaren invloed heeft de snelheid, waarmee de schaduw beweegt niet. Alleen bij de grootste snelheid, die gebruikt is (rotatietijd 9 sec.), is de gemiddelde waarnemingstijd iets kleiner. Dit zal waarschijnlijk hierop berusten, dat niet alle p.p. bij deze snelheid de schaduw even gemakkelijk volgen. Wanneer de blik soms iets achter blijft, is het gevolg dat de localisatiefout iets minder groot is dan ze zou moeten zijn.

3. Nemen wij de waarnemingstijden van de vier p.p. afzonderlijk, dan blijkt, dat er belangrijke individuele verschillen bestaan. Gemiddeld bedraagt de waarnemingstijd voor denzelfden prikkel bij

v. d. H.: **0,095 sec.**

G.: **0,116 sec.**

H. R.: **0,079 sec.**

H.: **0,120 sec.**

Deze verschillen zijn kleiner dan de individueele verschillen in reactietijd welke volgen uit de tabel van WUNDT (pag. 7) en de bepalingen van ROORDA (pag. 9).

4. De waarde, die wij aan de uitkomsten moeten hechten, blijkt het beste, wanneer wij de gemiddelde variatie (g.v.) en de waarschijnlijke fout (w.f.) berekenen ¹⁾. Ik doe dit alleen van de uitkomsten van tabel III en tabel VII, voor iederen rotatietijd afzonderlijk.

	g.v.	w.f.
rt. 9 sec.	0,008 sec.	0,0011 sec.
rt. 12 sec.	0,007 sec.	0,0009 sec.
rt. 15 sec.	0,008 sec.	0,0011 sec.
rt. 18 sec.	0,009 sec.	0,0013 sec.

De g.v. en de w.f. blijken beide klein. De g.v. is kleiner dan de uit grootere reeksen reactietijden berekende g.v., welke volgens WUNDT ²⁾ bij de motorische reactie ongeveer 0,010 sec., bij de sensorische 0,020 sec. bedraagt. De w.f. bedraagt ongeveer $1\frac{1}{2}\%$ van de berekende gemiddelde waarnemingstijden.

1) De g.v. is gelijk aan: $\frac{(m-a) + (m-b) + \dots + (m-n)}{n}$.

m is de gemiddelde uit de afzonderlijke waarnemingen a, b enz.
 n is het aantal waarnemingen.

De w.f. is berekend volgens de formule $wf = 0,845 \frac{\Sigma V}{n\sqrt{n-1}}$, waarbij n het aantal der afzonderlijke bepalingen en ΣV de som der variaties is.

²⁾ WUNDT, Grundzüge der physiologische Psychologie, Bnd. III, 1903, pag. 415.

DE INVLOED VAN DE INTENSITEIT VAN DE PRIKKELS
OP DEN WAARNEMINGSTIJD.

Bovenstaande proeven hebben geleerd, hoe snel een lichtprikkel van een bepaalde intensiteit wordt waargenomen. Het spreekt vanzelf, dat wij verder zullen moeten nagaan, in hoeverre de waarnemingstijd van de sterkte van den prikkel afhangt, en misschien nog van andere eigenschappen. Wanneer wij den invloed van de prikkelsterkte willen nagaan, dienen alle andere omstandigheden, waaronder de proef wordt uitgevoerd, gelijk te blijven. De geheele proefopstelling en -uitvoering worden dan ook volkomen ongewijzigd gelaten, alleen worden tusschen lichtbron L 1 en de trommel òf één òf twee matglasjes geplaatst, waardoor de lichtprikkel in die mate wordt verzwakt, dat, wanneer er twee matglasjes tusschen zijn geplaatst, de prikkel nog slechts even zichtbaar is.

In de volgende tabellen is met „sterke prikkel” bedoeld, dat er geen matglas is gebruikt. De prikkel is hier dus dezelfde als bij alle vorige proeven. Met „zwakke prikkel” is bedoeld, dat er één matglas is gebruikt, „zeer zwakke prikkel”, dat er twee tusschen lichtbron en trommel zijn geplaatst.

Daar, zooals reeds gebleken is, de snelheid van rond-draaien en de richting van geen invloed op den waarnemingstijd zijn, worden de verdere proeven alle uitgevoerd bij een rotatietijd van 15 sec., terwijl de schaduw beweegt van links naar rechts.

Het resultaat is weergegeven in de volgende tabellen:

TABEL IX.

p.p. H. R.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
1,7	3,4	4,3
1,6	3,7	4,7
1,8	4	4,7
1,7	4	4,1
2,2	3,9	3,9
1,7	4	4
2,1	4	4,2
2	3,4	3,9
2	3,7	4
1,7	3,4	4,6
18,5	37,5	42,4
gem. 1,85	gem. 3,75	gem. 4,24
W.T. = 0,077 sec.	W.T. = 0,156 sec.	W.T. = 0,177 sec.

TABEL X.

p.p. H. W.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
2,8	3,8	5,8
3	4,2	5,4
3	4	6
2,8	4	5,8
2,5	3,8	5,6
2,1	4,2	5,7
2,1	4,5	5,9
2,5	3,8	5,5
2,6	3,4	5,8
2,4	4,5	5,7
25,8	39,9	57,2
gem. 2,58	gem. 3,99	gem. 5,72
W.T. = 0,107 sec.	W.T. = 0,166 sec.	W.T. = 0,238 sec.

T A B E L XI.

p.p. v. d. H.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
2	3,1	5
2,9	3,5	5,2
1,9	3,4	5,8
2,7	3,2	5,6
2,3	3	5,2
1,8	3,6	5,5
2	3	4,8
2,3	2,9	5,7
2,7	2,8	5,5
2,4	3,2	5
23	31,7	53,3
gem. 2,3	gem. 3,17	gem. 5,33
W.T. = 0,096 sec.	W.T. = 0,132 sec.	W.T. = 0,222 sec.

T A B E L XII.

p.p. H.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
2,4	3,4	4
2,2	4	4,6
2,3	3,2	4,2
2,2	3	3,8
2,5	3,6	3,9
2,3	3,1	4,3
2,6	3,2	3,8
2,5	3,3	4
2	3,5	4
2,1	3,2	3,5
23,1	33,5	40,1
gem. 2,31	gem. 3,35	gem. 4,01
W.T. = 0,096 sec.	W.T. = 0,140 sec.	W.T. 0,167 sec.

Vatten wij alle gegevens samen, dan blijkt, dat gemiddeld de waarnemingstijd bedraagt voor den

sterken	prikkel:	0,094 sec.
zwakken	„ :	0,148 sec.
zeer zwakken	„ :	0,201 sec.

Dus: *de snelheid waarmede een prikkel wordt waargenomen, hangt af van de intensiteit van den prikkel; een sterkere prikkel wordt vlugger waargenomen dan een zwakkere.*

De resultaten loopen geheel parallel aan de uitkomsten van de reactieproeven; ook de reactietijd is afhankelijk van de intensiteit van den prikkel. (Zie ook pag. 8.)

WAARNEMINGSTIJD EN REACTIETIJD.

Daar waarnemingstijd en reactietijd beide afhankelijk zijn van de prikkels, waarvoor ze worden bepaald, moeten wij, wanneer wij ze met elkaar willen vergelijken, van dezelfde prikkels zoowel den waarnemingstijd als den reactietijd bepalen. Wij kunnen dan nagaan, hoe groot in bepaalde gevallen het verschil tusschen reactietijd en waarnemingstijd is, en verder, in hoeverre verschillen in reactietijd berusten op verschillen in waarnemingstijd.

De reactietijd wordt gemeten met behulp van den chronoscoop van Hipp. De reactiebeweging bestaat uit het neerdrukken van den knop van een morsesleutel.

Trommel, chronoscoop en morsesleutel worden alle in één stroomketen ingeschakeld, zóó, dat, wanneer de trommel in dien stand is, dat het licht op het scherm valt, de stroom automatisch wordt gesloten, terwijl door het drukken op den knop van den morsesleutel de stroom weer wordt verbroken. Alleen wanneer de stroom gesloten is, loopt de chronoscoop. Op deze wijze kan de reactietijd in honderdste secunden nauwkeurig worden gemeten. De proefpersoon zit op de gewone wijze achter het scherm en heeft dezelfde opdracht als bij de vorige proeven: hij volgt met zijn blik de bewegende schaduw, echter, in plaats van aan te wijzen waar hij het licht ziet, reageert hij.

Bij iederen p.p. wordt op deze wijze de reactietijd bepaald, zoowel voor den sterken prikkel als voor den zwakken en zeer zwakken.

De uitkomsten zijn de volgende (Tabel XIII—XVI).

T A B E L XIII.

p.p. H. R.; reactietijd in sec.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
0,20	0,35	0,36
0,22	0,36	0,38
0,22	0,35	0,40
0,23	0,31	0,32
0,25	0,30	0,40
0,28	0,36	0,42
0,19	0,33	0,37
0,27	0,28	0,38
0,26	0,32	0,34
0,26	0,30	0,37
2,38	3,26	3,74
R.T. = 0,238 sec.	R.T. = 0,326 sec.	R.T. = 0,374 sec.

T A B E L XIV.

p.p. H. W.; reactietijd in sec.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
0,19	0,22	0,39
0,12	0,20	0,31
0,16	0,22	0,34
0,17	0,21	0,35
0,15	0,23	0,29
0,21	0,29	0,35
0,18	0,27	0,32
0,19	0,26	0,39
0,13	0,26	0,35
0,16	0,29	0,39
1,66	2,45	3,48
R.T. = 0,166 sec.	R.T. = 0,245 sec.	R.T. = 0,348 sec.

T A B E L XV.

p.p. v. d. H.; reactietijd in sec.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
0,15	0,21	0,33
0,18	0,21	0,30
0,18	0,19	0,30
0,15	0,21	0,29
0,23	0,26	0,30
0,25	0,20	0,37
0,13	0,21	0,31
0,17	0,29	0,32
0,17	0,21	0,33
0,21	0,23	0,33
1,82	2,22	3,18
R.T. = 0,182 sec.	R.T. = 0,222 sec.	R.T. = 0,318 sec.

T A B E L XVI.

p.p. H.; reactietijd in sec.

sterke prikkel	zwakke prikkel	zeer zwakke prikkel
0,23	0,29	0,34
0,24	0,27	0,41
0,25	0,27	0,37
0,19	0,30	0,38
0,24	0,31	0,32
0,31	0,27	0,39
0,28	0,33	0,33
0,32	0,37	0,30
0,26	0,28	0,39
0,25	0,34	0,41
2,57	3,03	3,64
R.T. = 0,257 sec.	R.T. = 0,303 sec.	R.T. = 0,364 sec.

Uit de tabellen blijkt, dat gemiddeld de reactietijd bij de 4 proefpersonen bedraagt:

voor den sterken	prikkel: 0,211 sec.
” ” zwakken	” : 0,274 sec.
” ” zeer zwakken	” : 0,351 sec.

Gemiddeld bedraagt de waarnemingstijd bij dezelfde 4 proefpersonen (tabel IX—XII):

voor den sterken	prikkel: 0,094 sec.
” ” zwakken	” : 0,148 sec.
” ” zeer zwakken	” : 0,201 sec.

Vergelijken wij deze uitkomsten met elkaar, dan zien wij, dat bij het zwakker worden der prikkels de reactietijd meer toeneemt dan de waarnemingstijd. Immers het verschil tusschen reactietijd en waarnemingstijd is gemiddeld:

voor den sterken	prikkel: 0,117 sec.
” ” zwakken	” : 0,126 sec.
” ” zeer zwakken	” : 0,150 sec.

Wel is de toename van den reactietijd voor verreweg het grootste deel een gevolg van de toename van den waarnemingstijd. De reactietijd in z'n geheel is voor den zwakken prikkel 0,063 sec. langer dan voor den sterken, de waarnemingstijd alleen al 0,054 sec. De reactietijd voor den zeer zwakken prikkel is 0,140 sec. langer dan voor den sterken, de waarnemingstijd alleen 0,107 sec.

De conclusie, die hieruit moet worden getrokken, is deze: *verschillen in den reactietijd bij verschillende prikkelsterkten berusten slechts ten deele op verschillen in den waarnemingstijd.*

De uitkomsten wijzen er verder op, dat, vooral bij zeer zwakke prikkels de langere reactietijd slechts gedeeltelijk het gevolg is van den langeren waarnemingstijd. Dit

verwondert ons niet. Het is zeer goed denkbaar, dat vooral bij zeer zwakke prikkels het intrapsychische proces, dat aan de reactiebeweging voorafgaat, zich minder vlug ontwikkelt en ook de reactiebeweging minder vlug wordt uitgevoerd, vooral, wanneer er, zooals ook bij deze proeven het geval is, geen lange oefening in de reactiebeweging is voorafgegaan, en de instelling van de proefpersonen niet beslist motorisch is. Bij uiterste motorische instelling ligt het meer voor de hand, dat de reactiebeweging steeds zoo vlug mogelijk wordt uitgevoerd en minder wisselt met de sterkte van den prikkel.

Merkwaardig is, dat juist bij H. R., bij wie de waarnemings-tijd zoo klein is in vergelijking met dien bij de andere proefpersonen, de reactietijd vrij groot is.

Dit kan gedeeltelijk veroorzaakt worden door het feit, dat H. R., in tegenstelling met de andere p.p., te voren nooit aan reactieproeven heeft deelgenomen. Maar ook afgezien hiervan, zullen individueele verschillen zeker bestaan. Ook met de instelling van den p.p. bij de reactieproef moeten we rekening houden, ik bedoel of de p.p. motorisch of sensorisch ingesteld is. Aan de p.p. is, wat dit betreft, geen bepaalde opdracht gegeven. Wij kunnen dus aannemen, dat er een natuurlijke instelling was, die dan bij den een meer naar den sensorischen, bij den ander meer naar den motorischen kant neigt.

Een onderzoek, waarbij zoowel de waarnemingstijd wordt bepaald als de reactietijd en bij sensorische, en bij motorische instelling, zou waarschijnlijk veel duidelijk maken en vooral de individueele verschillen nader ophelderen.

Het feit al, dat de reactietijden bij den sterken prikkel individueel veel meer uiteenloopen dan bij den zeer zwakken, wijst op de verschillende wijze van instelling van de p.p. bij het reageeren op den sterken prikkel. Bij den zeer zwakken prikkel moeten wel alle p.p. sensorisch ingesteld zijn geweest, zooals steeds bij zeer zwakke prikkels het geval is, ook wanneer geen bepaalde instructies

zijn gegeven. De verschillen in reactietijd tusschen de verschillende p.p. zijn hier ook veel kleiner.

De uitkomsten van de proeven leeren verder, dat de waarnemingstijd staat tot den reactietijd:

voor den sterken	prikkel als	44,5 : 100.
„ „ zwakken	„ „	54 : 100.
„ „ zeer zwakken	„ „	57,3 : 100.

en eveneens, dat de gemiddelde waarnemingstijd voor de 3 prikkelsterkten staat tot den gemiddelden reactietijd:

bij H. R.	als	43,7 : 100.
„ H. W.	„	67,3 : 100.
„ v. d. H.	„	62,3 : 100.
„ H	„	43,6 : 100.

Deze groote individueele verschillen worden meer begrijpelijk, wanneer wij mogen aannemen, dat H. R. en H. bij de reactieproeven steeds sensorisch waren ingesteld, H. W. en v. d. H., althans bij de sterke prikkels, motorisch. De p.p. zelf, achteraf hiernaar gevraagd, beslisten ook in dezen zin.

De oorzaak van den korteren reactietijd bij motorische instelling van den proefpersoon, is niet zoo heel duidelijk. In de eerste plaats kan men zich voorstellen, dat het geheele reactieproces in al zijn onderdeelen bij de motorische instelling vlugger verloopt. Dit zou dan zijn toe te schrijven aan een grootere activiteit van den p.p. Vervolgens is het denkbaar, dat alleen een of eenige onderdeelen van het reactieproces sneller verlopen, b.v. de uitvoering van de reactiebeweging of het er aan voorafgaande intrapsychische proces. De vluggere uitvoering van de reactiebeweging zou dan moeten worden veroorzaakt door de er op gerichte opmerkzaamheid, zooals bij de motorische instelling het geval is. DÜRR ¹⁾

¹⁾ DÜRR, Die Lehre von der Aufmerksamkeit, Leipzig 1907, pag. 109.

voert hiertegen aan, dat dit nog niet inhoudt, dat de motorische reactietijd daardoor korter moet zijn, dan de sensorische. Men kan wel aannemen, dat bij de motorische instelling onder invloed van de er op gerichte aandacht de reactiebeweging sneller verloopt, maar men heeft evenveel recht aan te nemen, dat bij de sensorische instelling, waarbij de aandacht op den prikkel is gericht, de prikkel sneller wordt waargenomen. Dit laatste zou evenzeer een korter worden van den reactietijd tengevolge hebben. De kortere reactietijd bij de motorische instelling is dus hierdoor niet verklaard, althans ze volgt er niet noodzakelijk uit. Ten slotte zou het mogelijk kunnen zijn, dat bij de motorische instelling de reactiebeweging eerder begint, eerder inzet, d. w. z. dat de p.p. al reageert vóórdat de gewaarwording dien hoogen bewustzijnsgraad heeft bereikt, die bij de sensorische instelling wordt afgewacht, voordat hij tot de beweging overgaat. Speciaal MARTIUS ¹⁾ wijst hierop.

Aan de hand van enkele proeven heb ik getracht mij er een oordeel over te vormen, waarop het verschil tusschen sensorischen en motorischen reactietijd berust. Ik heb dit gedaan, door zoowel bij sensorische als bij motorische instelling en den reactietijd en den waarnemingstijd te bepalen. Dit gebeurt op de volgende wijze: de p.p. volgt de schaduw, reageert en wijst daarna aan, waar hij het licht ziet.

Een uiterste motorische instelling kan bij de proef natuurlijk niet worden bereikt, daar ten slotte steeds veel aandacht aan den prikkel moet worden besteed, aangezien het anders onmogelijk is, de plaats, waar hij wordt gezien, nauwkeurig aan te wijzen.

De uitkomsten zijn in de tabellen XVII en XVIII samengevat.

1) MARTIUS, Wundt's philosoph. Studien, Bnd. VI, 1891.

p.p. H. W.

TABEL XVII.

Sensorische instelling		Motorische instelling	
R.T.	W.T.	R.T.	W.T.
0,24	2,5	0,19	3
0,23	2,6	0,16	2,5
0,27	3,2	0,17	2,6
0,24	2,7	0,24	3
0,21	2,5	0,16	2,1
0,20	2,4	0,17	2,5
0,28	2,7	0,13	2,4
0,22	2,3	0,18	2,6
0,23	2,8	0,16	2,1
0,29	2,6	0,14	2,3
0,30	3	0,20	2,8
0,21	2,2	0,17	2,4
0,19	2,5	0,25	2,8
0,25	2,9	0,18	3
0,29	3	0,15	2,1
3,65	40,1	2,65	38,2
R.T. =	W.T. =	R.T. =	W.T. =
0,243 sec.	0,111 sec.	0,176 sec.	0,106 sec.

p.p. W.

TABEL XVIII.

Sensorische instelling		Motorische instelling	
R.T.	W.T.	R.T.	W.T.
0,27	2,3	0,24	2,4
0,37	2,6	0,14	2,1
0,32	2,9	0,19	2,5
0,42	2,8	0,13	2,3
0,37	2,4	0,28	2,5
0,29	2,2	0,29	2,3
0,39	2,8	0,21	2,1
0,33	2,5	0,13	2,3
0,37	2,7	0,25	2,6
0,28	2,2	0,22	2,4
0,24	2,1	0,19	2,1
0,26	2,4	0,20	2,6
0,35	2,5	0,18	2,4
0,33	2,1	0,29	2,3
0,32	2,1	0,23	2,2
4,91	36,6	3,17	35,1
R.T. =	W.T. =	R.T. =	W.T. =
0,326 sec.	0,102 sec.	0,211 sec.	0,098 sec.

In de tabellen komt het verschil in reactietijd bij sensorische en motorische instelling duidelijk tot uiting; bij H. W. bedraagt dit gemiddeld 0,067 sec., bij W. 0,115 sec. Tusschen den waarnemingstijd bestaat nauwelijks verschil; zoowel bij H. W. als bij W. is deze bij de sensorische instelling zelfs iets langer dan bij de motorische, resp. 0,006 en 0,004 sec. Deze verschillen zijn echter zoo klein, dat ze niets zeggen, tenzij men er uit zou willen concludeeren, dat in beide gevallen de waarnemingstijd even groot is. Van een vlugger waarnemen bij sensorische instelling blijkt in elk geval niets. Dat de motorische reactie toch belangrijk korter is, zal dan òf veroorzaakt moeten worden door een snellere uitvoering van de geheele handeling (wilsbesluit + oproeping van de bewegingsvoorstelling + de uitvoering van beweging) òf door het eerder beginnen van de reactiebeweging (in den zin van MARTIUS), eventueel door beiden te zamen. Een eerder beginnen van de beweging lijkt mij hier nauwelijks aannemelijk, de kortdurende waarneming komt plotseling in het bewustzijn, en voordat de waarneming bewust is geworden, kan de reactiebeweging toch niet beginnen. De eenige mogelijkheid, die dus overblijft is, dat bij de motorische instelling de kortere reactietijd wordt veroorzaakt, doordat de handeling sneller wordt uitgevoerd ten gevolge van de daarop geconcentreerde opmerkzaamheid.

Wanneer wij nog eens overzien wat de bepaling van den reactietijd gecombineerd met de bepaling van den waarnemingstijd heeft opgeleverd, dan komt dit in hoofdzaak hierop neer, dat er noch een constante verhouding, noch een constant verschil bestaat tusschen den duur van den reactietijd en van den waarnemingstijd. Beide, de verhouding en het verschil, zijn wisselend en afhankelijk van:

- a. de sterkte van den prikkel.
- b. de instelling van den proefpersoon bij de reactieproef.

c. individueele eigenschappen.

Hiermede zal men rekening moeten houden, wanneer men, zooals dikwijls gebeurt, uit de reactietijden conclusies wil trekken betreffende de snelheid van waarnemen.

Het doet eenigszins vreemd aan, dat bij de sensorische instelling de prikkel niet sneller is waargenomen dan bij de motorische. Bij de eerste toch is de aandacht bijzonder op den prikkel gericht, en over 't algemeen wordt aan genomen, op grond van de uitkomsten der reactieproeven, dat onder invloed van de er op gerichte opmerkzaamheid een prikkel sneller wordt waargenomen ¹⁾.

Dit volgt vooral uit het feit, dat bij reactieproeven, wanneer aan den prikkel een signaal vooraf gaat, de reactietijd belangrijk korter is. Ook bij de complicatieproeven blijkt de versnellende invloed van de opmerkzaamheid op het waarnemen, evenals uit de proef, welke PAULI ²⁾ beschrijft: een 40—50 c.m. lange Geisslersche buis is ingesloten in een ondoorschijnend omhulsel, waarin een rij kleine openingen. Wanneer alle openingen gelijktijdig worden verlicht door één vonk, ziet men over 't algemeen de opening, welke men fixeert, het eerst belicht. Ten slotte blijkt ook uit de groepvorming bij de subjectieve rhythmiseering van regelmatige reeksen van prikkels de versnellende invloed van de opmerkzaamheidsconcentratie op het waarnemen ³⁾.

Ik heb getracht, de versnellende werking van de opmerkzaamheid ook door deze proeven aan te toonen. De waarnemingstijd wordt eerst op de gewone wijze bepaald, en daarna met de opdracht aan den p.p., zijn aandacht zooveel mogelijk op den prikkel te concentreren,

¹⁾ EBBINGHAUS. Grundzüge der Psychologie. Bnd. I, 1919, pag. 616.

²⁾ PAULI. Psychologisches Praktikum. Jena 1919, pag. 125.

³⁾ F. F. HAZELHOFF en HELEEN WIERSMA. Subjectieve Rhythmiseering. Kon. Akademie van Wetenschappen, Amsterdam. Dl. XXXII, no. 5, 1923.

door zoo nauwkeurig mogelijk de schaduw te fixeeren en elk oogenblik den prikkel te verwachten. De resultaten der proeven beantwoorden niet aan de verwachting; bij den sterken prikkel is geen verschil, voor den zwakken prikkel is zelfs de waarnemingstijd bij maximale aandachtsconcentratie langer. De gemiddelden van telkens 10 waarnemingen bij H. W. en H. bedragen:

p.p. H. W.

	Gem. W.T. bij gewone instelling, sec:	Gem. W.T. bij maximale aandachts- concentratie, sec:
Sterke prikkel .	0,121	0,123
Zwakke prikkel .	0,140	0,180

p.p. H.

	Gem. W.T. bij gewone instelling, sec:	Gem. W.T. bij maximale aandachts- concentratie, sec:
Sterke prikkel .	0,116	0,117
Zwakke prikkel .	0,133	0,175

Toch geloof ik, dat deze langere waarnemingstijd bij de sterkere aandachtsconcentratie — ook bij herhaling der proeven kwamen telkens dezelfde uitkomsten — wel te begrijpen is, en dat wij door deze uitkomsten niet aan de versnellende werking van de opmerkzaamheid behoeven te twijfelen. Bij de gewone uitvoering der proef reeds heeft de p.p. zijn volle aandacht op den te ver-

wachten prikkel gericht. Door de bijzondere inspanning, bij de opdracht sterk zijn aandacht te concentreeren en zoo snel mogelijk waar te nemen, wordt eer het omgekeerde bereikt, daar nu de proefpersoon met alle aandacht de bewegende schaduw fixeert, hij richt meer zijn opmerkzaamheid hierop dan op den prikkel zelf. Dit zal een vertragenden invloed kunnen hebben op het waarnemen van het licht, vooral wanneer dit zwak is, zooals uit de verdere proeven zal blijken.

Door de gevolgde methode zijn wij, zooals bleek, in staat, om voor lichtprikkel zoowel den reactietijd als den waarnemingstijd te bepalen. Een directe bepaling van den waarnemingstijd voor prikkels van ander zintuig-gebied op overeenkomstige wijze als hier voor gezichtsprikkel gebeurt, lijkt mij, wegens de veel minder nauwkeurige localisatie van die gewaarwordingen, niet uitvoerbaar. Echter op indirecte wijze is het nu toch zeker mogelijk om ook voor deze prikkels (gehoorsprikkel, gevoelsprikkel enz.) den waarnemingstijd nader te leeren kennen. Wanneer wij, onder overigens volkomen gelijke omstandigheden, den reactietijd bepalen b.v. voor een gehoorsprikkel en voor een gezichtsprikkel, en tevens den waarnemingstijd voor den gezichtsprikkel, dan zal een eventueel verschil in den reactietijd in elk geval vrijwel geheel moeten berusten op een verschil in waarnemingstijd. Daar de waarnemingstijd voor den lichtprikkel bekend is, is ook de waarnemingstijd voor den gehoorsprikkel te berekenen.

Een onderzoek in deze richting is bij dezelfde proef-opstelling gemakkelijk uit te voeren. Voor gehoorsprikkel b.v. door aan de draaiende trommel een apparaatje te verbinden, waardoor op hetzelfde oogenblik, waarop de lichtprikkel op het scherm valt, een bepaald geluid wordt

gemaakt. Dit is dan de gehoorsprikkel. waarop moet worden gereageerd, terwijl het licht wordt onderschept.

De reactietijd voor den gehoorsprikkel en voor den gezichtsprikkel en de waarnemingstijd voor den gezichtsprikkel kunnen zoo worden bepaald en hieruit kan de waarnemingstijd voor den gehoorsprikkel worden berekend.

DE INVLOED VAN STORENDE (REMMENDE) PRIKKELS
OP DEN WAARNEMINGSTIJD. DE INVLOED
VAN DE OPMERKZAAMHEID.

In de vorige proeven werd de waarnemingstijd bepaald voor prikkels van dezelfde of verschillende intensiteit, maar steeds onder volkomen gelijke omstandigheden gegeven. Wij zullen nu nagaan, welken invloed de omstandigheden waaronder een prikkel wordt gegeven, op den waarnemingstijd uitoefenen.

Het is bekend, dat dezelfde prikkels minder duidelijk worden waargenomen, wanneer gelijktijdig andere prikkels inwerken. Deze laatste noemt men in dat geval storende of remmende prikkels. Ook de reactietijd wordt door remmende prikkels langer (zie ook pag. 10). Wij zullen dus na moeten gaan, welken invloed remmende prikkels op de snelheid van waarnemen hebben.

Eerst wordt weer op de gewone wijze de waarnemingstijd bepaald. Daarna wordt, dicht bij het oor van den p.p. een luid tikkende metronoom geplaatst, en de waarnemingstijd opnieuw bepaald, eerst terwijl de p.p. geen bijzondere aandacht aan het geluid schenkt en vervolgens, terwijl hij de opdracht heeft de tikken van den metronoom te tellen, waardoor hij genoodzaakt is zijn opmerkzaamheid meer op het geluid te concentreeren.

De uitkomsten zijn in de volgende tabellen (XIX—XXI) weergegeven.

TABEL XIX.

p.p. H. W.

Zonder storend geluid	Met storend geluid	
	Opmerkzaamheid niet op het geluid gericht	Opmerkzaamheid wel op het geluid gericht
2,4	2,8	4
2,5	3,4	3,9
2,7	3	4,1
2,2	3,5	4
2,2	3,2	3,5
2,8	2,9	4,4
2	2,9	4,3
2,4	3,6	3,5
2,6	3,2	3,7
2,9	3	3,9
24,7	31,5	39,3
gem. 2,47	gem. 3,15	gem. 3,93
W.T. = 0,103 sec.	W.T. = 0,131 sec.	W.T. = 0,163 sec.

TABEL XX.

p.p. H. R.

Zonder storend geluid	Met storend geluid	
	Opmerkzaamheid niet op het geluid gericht	Opmerkzaamheid wel op het geluid gericht
1,9	2,3	2,8
2,2	2,2	2,6
2,4	2,5	2,9
1,9	2,2	2,2
1,5	1,7	2,5
1,9	1,7	2,2
1,5	1,9	2,4
1,7	1,8	2,3
2	1,9	2,7
1,8	2,3	2,5
18,8	20,5	25,1
gem. 1,88	gem. 2,05	gem. 2,51
W.T. = 0,078 sec.	W.T. = 0,085 sec.	W.T. = 0,105 sec.

T A B E L XXI.

p.p. H.

Zonder storend geluid	Met storend geluid	
	Opmerkzaamheid niet op het geluid gericht	Opmerkzaamheid wel op het geluid gericht
2,6	2,9	3,6
3,2	3,2	3,4
3,4	3,7	3,4
3,1	3,5	4,2
2,7	3,5	3,9
3,2	3,2	4,2
2,8	3,3	3,1
3,2	3,2	3,5
3	3,4	3,9
3,1	3,1	3,5
30,3	33,0	36,7
gem. 3,03	gem. 3,30	gem. 3,67
W.T. = 0,126 sec.	W.T. = 0,137 sec.	W.T. = 0,153 sec.

Zooals uit de tabellen blijkt, wordt bij aanwezigheid van den luid tikkenden metronoom dezelfde lichtprikkel minder snel waargenomen. Gemiddeld bedraagt het verschil bij de 3 p.p. **0,015 sec.** Is bovendien de aandacht op dit geluid gericht, dan wordt de waarnemingstijd **0,038 sec.** langer dan hij oorspronkelijk was. Hieruit blijkt tevens de invloed, welchen de opmerkzaamheid heeft; wanneer de opmerkzaamheid meer op den storenden prikkel is geconcentreerd, en dus minder op den prikkel waarvan de waarnemingstijd wordt bepaald, wordt de waarnemingstijd nog langer. Dit wijst er wel op, dat toch de opmerkzaamheid een versnellenden invloed op het waarnemen heeft, hoewel dit bij de opzettelijk daartoe ingestelde proeven (pag. 49) niet bleek.

Wanneer wij den factor van de opmerkzaamheid zooveel mogelijk willen uitschakelen, moeten wij als storende prikkels nemen prikkels van hetzelfde zintuiggebied, welke plaatselijk zooveel mogelijk met de prikkels, waar-

voor de waarnemingstijd wordt gemeten, samenvallen. Dan immers komt een sterkere concentratie van de opmerksaamheid op deze prikkels tevens de storende prikkels min of meer ten goede, en omgekeerd ¹⁾. Bij de gebruikte proefopstelling is dat zeer goed mogelijk door het licht, dat het scherm beschijnt, sterker te maken. Ook het zwak verlichte scherm, zooals bij alle vorige proeven werd gebruikt, heeft een remmenden invloed. Dit blijkt onmiddellijk, wanneer wij een oogenblik het lampje boven het scherm uitdooven. De gewone lichtstreep van L^1 op het scherm lijkt dan belangrijk sterker.

In het verlichte scherm hebben wij dus een remmenden prikkel, welke plaatselijk vrijwel met den prikkel, waarvan de waarnemingstijd wordt bepaald, samenvalt, daar immers de lichtprikkel wordt gegeven in een smalle schaduwstrook op dit scherm.

Om de sterkte van dezen prikkel te kunnen varieeren, wordt het spleetlampje (L^2) vervangen door een sterkere lamp, waarin een weerstand is ingeschakeld. Deze lamp moet natuurlijk een zoodanige constructie hebben en zoo geplaatst zijn, dat zij een scherpe schaduw geeft. Met de Philips Arga-lamp, welke een cirkelvormig gebogen gloeidraad heeft, is dit te bereiken. De lamp wordt zoo geplaatst, dat de gloeidraad in het verticale vlak is. Voor de lamp wordt een schermpje bevestigd, waarin een horizontale spleet aangebracht is. Zoo wordt een gelijkmatige verlichting van het scherm verkregen en een scherp begrensde schaduw van het staafje. Wanneer de lamp (200 kaarssterkte) zoo sterk mogelijk brandt, is het scherm hel verlicht. Door den weerstand kan de sterkte van de verlichting worden geregeld.

De waarnemingstijd wordt nu bepaald voor den oorspronkelijken (sterken) prikkel en daarna voor den zwak-

¹⁾ HEYMANS. Untersuchungen über psychische Hemmung. Z. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane. Bnd. XXI, 1899, pag. 325.

ken (met 1 matglas tusschen L^1 en trommel), en wel eerst bij zeer zwak, vervolgens bij matig en ten slotte bij sterk verlicht scherm. Bij de sterke verlichting is het zwakke licht in de schaduw niet meer te zien.

De uitkomsten zijn samengevat in de tabellen XXII—XXVII.

Uit de tabellen blijkt, dat dezelfde prikkel minder snel wordt waargenomen, naarmate het remmende licht sterker is. Gemiddeld is door de 3 p.p. de sterke prikkel waargenomen:

bij zeer zwak remmend licht in	0,098 sec.
„ matig „ „ „	0,133 sec.
„ sterk „ „ „	0,195 sec.

Tevens blijkt, dat de waarnemingstijd voor den zwakken prikkel bij een gelijke vermeerdering van het remmende licht meer toeneemt dan de waarnemingstijd voor den sterken prikkel; gemiddeld is de zwakke prikkel waargenomen:

bij zeer zwak remmend licht in	0,183 sec.
„ matig „ „ „	0,249 sec.

Dus de waarnemingstijd voor den sterken prikkel neemt, door de versterking van het remmende licht van zeer zwak tot matig, gemiddeld toe met

$$0,133 \text{ sec.} - 0,098 \text{ sec.} = 0,035 \text{ sec.,}$$

voor den zwakken prikkel met

$$0,249 \text{ sec.} - 0,183 \text{ sec.} = 0,066 \text{ sec.}$$

De conclusies welke hieruit moeten worden getrokken, zijn deze:

Onder invloed van gelijktijdig inwerkende remmende prikkels wordt de waarnemingstijd voor dezelfde prikkels langer.

Het verschil is grooter naarmate deze laatste zwakker of de eerste sterker zijn.

Bij disparate remmende prikkels is de invloed grooter, wanneer op deze de opmerkzaamheid is gericht.

T A B E L XXII.

p.p. H. W.; prikkel sterk.

Remmend licht zeer zwak	Remmend licht matig	Remmend licht sterk
2,4	3	5,8
2,4	3	5,5
2,1	3,4	5,7
2	3,1	5,5
2,3	3,3	5,5
2,4	3,4	5,4
2,2	3	5
2,3	3,5	5,2
2,5	3,2	5,6
2,3	3,2	5,1
22,9	32,1	54,1
gem. 2,29	gem. 3,21	gem. 5,41
W.T. = 0,095 sec.	W.T. = 0,134 sec.	W.T. = 0,225 sec.

T A B E L XXIII.

p.p. H. R.; prikkel sterk.

Remmend licht zeer zwak	Remmend licht matig	Remmend licht sterk
2	2,4	3
1,8	2,4	3
1,9	2,6	3,1
1,7	2,5	3,5
1,8	2,8	3,2
1,9	2,9	3,8
1,6	2	3,5
1,8	2,1	3
1,8	2,8	2,9
1,7	2,1	3,6
18	24,4	32,6
gem. 1,8	gem. 2,44	gem. 3,26
W.T. = 0,075 sec.	W.T. = 0,102 sec.	W.T. = 0,136 sec.

TABEL XXIV.

p.p. H.; prikkel sterk.

Remmend licht zeer zwak	Remmend licht matig	Remmend licht sterk
3,2	3,8	5
3,3	4	5,7
3,3	4	4,6
2,8	3,9	4,7
2,7	4,4	5,5
2,9	4,1	5,3
3,2	4	5,9
3	3,6	5,5
2,9	3,8	6
2,8	3,7	5,3
30,1	39,1	53,3
gem. 3,01	gem. 3,91	gem. 5,33
W.T. = 0,125 sec.	W.T. = 0,163 sec.	W.T. = 0,223 sec.

TABEL XXV.

p.p. H. W.; prikkel zwak.

Remmend licht zeer zwak	Remmend licht matig	Remmend licht sterk
4,2	6,5	prikkel niet waar- genomen.
4,3	6,7	
4,8	6	
4,4	6,8	
4,4	5,9	
4,1	6,2	
3,9	7	
4,8	7,1	
4,8	6,1	
4,2	6,6	
43,9	64,9	
gem. 4,39	gem. 6,49	
W.T. = 0,183 sec.	W.T. = 0,270 sec.	

T A B E L XXVI.

p.p. H. R.; prikkel zwak.

Remmend licht zeer zwak	Remmend licht matig	Remmend licht sterk
3,8	5,3	prikkel niet waar- genomen.
3,7	5,1	
4	5	
4	5	
4,4	4,6	
3,7	5	
3,9	5,5	
4	4,7	
4,1	4,5	
4,2	5,3	
39,8	51,0	
gem. 3,98	gem. 5,10	
W.T. = 0,166 sec.	W.T. = 0,212 sec.	

T A B E L XXVII.

p.p. H.; prikkel zwak.

Remmend licht zeer zwak	Remmend licht matig	Remmend licht sterk
4,9	6,8	prikkel niet waar- genomen.
5,2	6,5	
4,5	7	
4,5	5,8	
4,7	5,9	
4,9	6	
4,7	7	
4,4	6,2	
4,8	6,4	
5,3	5,9	
47,9	63,5	
gem. 4,79	gem. 6,35	
W.T. = 0,199 sec.	W.T. = 0,265 sec.	

DE WAARNEMINGSTIJD BIJ REGELMATIGE TOENEMING
VAN DE STERKTE VAN DEN PRIKKEL VAN
DE DREMPELWAARDE AF.

In de volgende proeven wordt de waarnemingstijd bepaald voor verschillende prikkels, waarvan de intensiteiten in een bepaalde verhouding tot elkaar staan. De zwakste prikkels hebben de sterkte van drempelwaarde, de andere respectievelijk $2 \times$, $3 \times$, $4 \times$, $5 \times$, $10 \times$, $20 \times$, $50 \times$, $100 \times$, $200 \times$, $300 \times$ en $400 \times$ drempelwaarde. De verlichting van het scherm is steeds dezelfde, n.l. zeer zwak. Alle proeven worden verder onder volkomen gelijke omstandigheden genomen.

De sterkte van de prikkels is op de volgende wijze vastgesteld:

De Nernstlamp van lichtbron L^1 , tot nu toe steeds gebruikt, wordt vervangen door een andere, een soortgelijke lamp, als ook boven de trommel is aangebracht (zie pag. 54), eveneens met een weerstand, zoodat de lichtsterkte kan worden geregeld. Het licht wordt zoo verzwakt, dat de lichtprikkel, bij draaiende trommel, de sterkte heeft van drempelwaarde, d.w.z. wanneer de p.p. op de gewone wijze de schaduw volgt, wordt het licht in de schaduw ongeveer even vaak niet waargenomen als wel. Deze lichtsterkte wordt later als drempelwaarde gebruikt.

Vervolgens wordt de trommel stilgezet in den stand, waarin het licht wordt doorgelaten en op het scherm valt, en het licht van L^2 uitgedraaid. Op het scherm wordt nu, vlak naast de door L^1 verlichte strook, een tweede strook verlicht door een kaars, waarvoor een spleet. De afstand van de kaars tot het scherm en de breedte van de spleet worden zoo gekozen, dat de beide strooken, de eene door de kaars verlicht, de andere door L^1 , vlak naast elkaar staan, even groot zijn, en dezelfde lichtsterkte hebben. Dit laatste wordt photometrisch vastgesteld.

Het licht van L^1 wordt vervolgens voor een bepaald gedeelte onderschept door een snel roteerende schijf, waaruit segmenten van elke gewenschte grootte kunnen worden weggenomen. De door L^1 verlichte strook is dan belangrijk donkerder dan die, welke door de kaars wordt verlicht. De weerstand van L^1 wordt daarna zooveel verminderd, als noodig is om de verlichting van beide strooken weer even sterk te maken. Ook dit wordt photometrisch vastgesteld. Wordt door de roteerende schijf b.v. de helft van het licht van L^1 onderschept, dan is de lichtsterkte van L^1 bij dezen weerstand twee maal zoo groot als te voren. De prikkel heeft dan, wanneer de schijf weer is weggenomen en de trommel op de gewone wijze bij het verlichte scherm draait, de sterkte van $2 \times$ drempelwaarde.

Op overeenkomstige wijze wordt de weerstand bepaald, welke noodig is om prikkels te krijgen ter sterkte van $3 \times$, $4 \times$, $5 \times$ drempelwaarde enz. De sterkste prikkel, welke zoo kan worden verkregen, heeft een intensiteit van $400 \times$ drempelwaarde ¹⁾.

Bij iederen p.p. worden 50 bepalingen verricht voor elk der 12 prikkelsterkten, over 10 achtereenvolgende dagen verdeeld; elken dag worden voor iedere sterkte 5 bepalingen gedaan. Het bezwaar, dat de drempelwaarde niet voor alle p.p. even hoog ligt, en ook niet elken dag gelijk is, wordt overwonnen door, zoo noodig, het remmende licht iets te verzwakken of te versterken. De verhouding tusschen de sterkte van de prikkels blijft dan steeds dezelfde.

De uitkomsten der proeven zijn neergelegd in de tabellen XXVIII—XXX; ik geef alleen de gemiddelde waarnemings-tijden met de gemiddelde variatie en de waarschijnlijke fout weer, alles in seconden uitgedrukt.

¹⁾ Daar de lichtsterkte van een lamp niet gelijkmatig afneemt bij gelijkmatige vergrooting van den weerstand, moet natuurlijk voor elke prikkelsterkte de weerstand afzonderlijk worden bepaald.

T A B E L XXVIII.

p.p. H. R.

Sterkte v. d. prikkel	Gemiddelde W.T. in sec.	g. v. in sec.	w. f. in sec.	Aantal waarne- mingen
1 × dr.w.	0,219	0,016	0,0020	50
2 × dr.w.	0,166	0,012	0,0015	50
3 × dr.w.	0,139	0,014	0,0017	50
4 × dr.w.	0,130	0,011	0,0014	50
5 × dr.w.	0,126	0,014	0,0016	50
10 × dr.w.	0,103	0,013	0,0016	50
20 × dr.w.	0,098	0,009	0,0012	50
50 × dr.w.	0,087	0,010	0,0012	50
100 × dr.w.	0,074	0,008	0,0010	50
200 × dr.w.	0,068	0,009	0,0010	50
300 × dr.w.	0,060	0,007	0,0009	50
400 × dr.w.	0,059	0,007	0,0008	50

T A B E L XXIX.

p.p. H. W.

Sterkte v. d. prikkel	Gemiddelde W.T. in sec.	g. v. in sec.	w. f. in sec.	Aantal waar- nemingen
1 × dr.w.	0,280	0,023	0,0028	50
2 × dr.w.	0,232	0,021	0,0027	50
3 × dr.w.	0,215	0,027	0,0033	50
4 × dr.w.	0,196	0,023	0,0028	50
5 × dr.w.	0,183	0,020	0,0026	50
10 × dr.w.	0,155	0,015	0,0018	50
20 × dr.w.	0,150	0,017	0,0021	50
50 × dr.w.	0,135	0,011	0,0014	50
100 × dr.w.	0,128	0,012	0,0014	50
200 × dr.w.	0,107	0,011	0,0013	50
300 × dr.w.	0,104	0,011	0,0013	50
400 × dr.w.	0,101	0,009	0,0011	50

T A B E L X X X.

p.p. H.

Sterkte v. d. prikkel	Gemiddelde W.T. in sec.	g. v. in sec.	w. f. in sec.	Aantal waar- nemingen
1 × dr.w.	0,259	0,020	0,0025	50
2 × dr.w.	0,228	0,017	0,0021	50
3 × dr.w.	0,208	0,015	0,0018	50
4 × dr.w.	0,196	0,018	0,0022	50
5 × dr.w.	0,188	0,015	0,0018	50
10 × dr.w.	0,171	0,014	0,0017	50
20 × dr.w.	0,165	0,016	0,0019	50
50 × dr.w.	0,145	0,013	0,0017	50
100 × dr.w.	0,132	0,013	0,0016	50
200 × dr.w.	0,115	0,012	0,0013	50
300 × dr.w.	0,110	0,011	0,0014	50
400 × dr.w.	0,109	0,012	0,0015	50

De uit de getallen berekende gemiddelden van de p.p. te zamen zijn, voor iedere lichtsterkte afzonderlijk, weergegeven in een curve (fig. 5). De waarnemingstijden zijn uitgemeten in de ordinaat, de prikkelsterkten in de abscis. De getrokken lijn raakt, bij geleidelijke verandering van richting, deze punten zooveel mogelijk.

Uit de getallen van de tabellen volgt — en vooral in de curve komt dit zeer duidelijk uit — hoezeer de waarnemingstijd afhankelijk is van de sterkte van den prikkel, en speciaal, dat in de buurt van de drempelwaarde een geringe vermeerdering van de sterkte een belangrijk korteren waarnemingstijd beteekent. Van de drempelwaarde af vermindert de waarnemingstijd eerst zeer snel, totdat de intensiteit ongeveer 10 × dr.w. is geworden. Daarna gaat de daling steeds langzamer. Boven 200 × dr.w. is er nauwelijks een vermindering meer, en het heeft allen schijn, dat voor nog sterkere prikkels dan welke konden worden verkregen, de waarnemingstijd gelijk blijft.

Ook de gemiddelde variatie en de waarschijnlijke fout worden kleiner naarmate de intensiteit van de prikkels toeneemt.

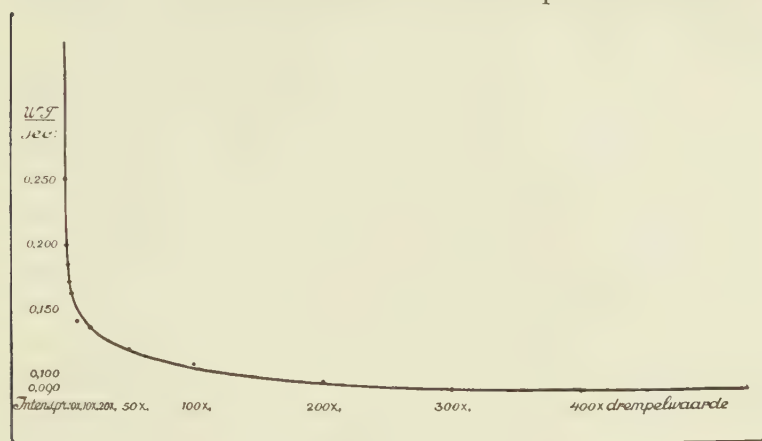


Fig. 5.

De uitkomsten vertoonen een groote overeenstemming met die der reactietijdsbepalingen; ook de reactietijd daalt bij toenemende sterkte van de prikkels vanaf de drempelwaarde eerst zeer snel, en vervolgens steeds langzamer, en ook hier is de gemiddelde variatie grootter bij de zwakkere prikkels.

Ter vergelijking geef ik, in tabel XXXI, de door BERGER gevonden reactietijden voor de aangegeven prikkelsterkten (zie pag. 8) naast de gemiddelde waarnemingstijden van de drie p.p., volgens de tabellen XXVIII—XXX.

Uit de vergelijking volgt, dat het verschil tusschen de waarnemingstijden bij deze proeven en de reactietijden volgens BERGER bij prikkels van dezelfde sterkte telkens ongeveer 0,100 sec. bedraagt. Een grooter verschil voor zwakkere prikkels, zooals ik uit de vorige proeven, waarbij reactietijd en waarnemingstijd beide werden bepaald, meen te moeten afleiden (pag. 43), blijkt hier niet, eerder het omgekeerde. Een nauwkeurige overeenstemming van de uitkomsten van proeven, welke onder geheel verschillende omstandigheden zijn genomen, is echter ook niet te verwachten.

T A B E L XXXI.

	R.T. in sec., volgens Berger	W.T. in sec. (gemiddelde van 3 p.p. H. R., H. W., H.)
1 × dr.w.	0,338	0,253
2 × dr.w.		0,209
3 × dr.w.		0,187
4 × dr.w.		0,174
5 × dr.w.		0,166
7 × dr.w.	0,265	
10 × dr.w.		0,143
20 × dr.w.		0,138
23 × dr.w.	0,238	
50 × dr.w.		0,122
100 × dr.w.		0,111
123 × dr.w.	0,230	
200 × dr.w.		0,097
300 × dr.w.		0,091
315 × dr.w.	0,222	
400 × dr.w.		0,090
1000 × dr.w.	0,225	
> 1000 × dr.w.	0,207	
>> 1000 × dr.w.	0,198	

DE WAARNEMINGSTIJD VOOR PRIKKELS TER
STERKTE VAN DREMPELWAARDE.

In de vorige proeven is de waarnemingstijd bepaald voor prikkels van drempelwaarde en verschillende veelvouden hiervan. Drempelwaarde heeft hier de beteekenis, waarin het gewoonlijk wordt gebruikt: die prikkels worden drempelwaarde-prikkels genoemd, welke zoo zwak zijn, dat van een grootere reeks slechts een gedeelte, ongeveer de helft, wordt waargenomen. Maar dit is alleen het geval onder die bepaalde omstandigheden, waaronder ze worden gegeven. Onder andere omstandigheden hebben prikkels van andere intensiteit drempelwaarde. De absolute drempelwaarde, waarmede bedoeld wordt de minimale fysische intensiteit van den prikkel, welke, onder de meest gunstige omstandigheden, nog waarneembaar is, ligt veel lager.

Nu blijkt uit deze proeven, evenals uit de vorige (pag. 33—36), dat de waarnemingstijd zeer afhangt van de fysische sterkte van den prikkel. Het zou dus mogelijk zijn, dat ook de waarnemingstijd voor drempelwaarde verschillend is, afhankelijk van de fysische sterkte van den als drempelwaarde gebruikten prikkel.

De waarnemingstijd voor de absolute drempelwaarde kan volgens de gebruikte methode niet worden bepaald. Remmende prikkels, speciaal in den vorm van het verlichte scherm, zijn steeds aanwezig en kunnen niet geheel worden uitgesloten. Wel kan de intensiteit van dit remmende licht worden gewijzigd, waardoor de waarnemingstijd kan worden bepaald voor prikkels van verschillende fysische sterkte, die toch alle, elk bij een bepaalde intensiteit van het remmende licht, drempelwaarde hebben.

Om dit te bereiken wordt het scherm in plaats van zoo zwak mogelijk, eerst zoo sterk mogelijk (zoo sterk als L^2 toelaat) en daarna matig sterk verlicht. Het licht van

L¹ moet in het eerste geval zeer veel, in het tweede belangrijk sterker zijn dan bij de zeer zwakke verlichting van het scherm bij de vorige proeven om een prikkel te geven, welke drempelwaarde heeft. De sterkte wordt geregeld door den weerstand, welke in L¹ is ingeschakeld, zoo groot te nemen als noodig blijkt.

Zoowel bij het matig verlichte als bij het zeer sterk verlichte scherm worden bij iederen p.p. 50 bepalingen verricht.

De uitkomsten zijn met de waarnemingstijden voor drempelwaarde-prikkel uit de vorige reeks (bij zeer zwak verlicht scherm) samengevat in tabel XXXII. Alleen de gemiddelde waarnemingstijden met de daaruit berekende gemiddelde variatie en waarschijnlijke fout zijn vermeld.

T A B E L XXXII.

I. Remmend licht zeer sterk (prikkel hierbij drempelwaarde).

p.p.	Gem. W.T. in sec.	G. v. in sec.	W. f. in sec.	Aantal waar- nemingen
H. R.	0,222	0,010	0,0012	50
H. W.	0,280	0,018	0,0022	50
H.	0,267	0,017	0,0021	50

II. Remmend licht matig (prikkel hierbij drempelwaarde).

p.p.	Gem. W.T. in sec.	G. v. in sec.	W. f. in sec.	Aantal waar- nemingen
H. R.	0,219	0,011	0,0013	50
H. W.	0,288	0,024	0,0029	50
H.	0,269	0,020	0,0024	50

III. Remmend licht zeer zwak (prikkel hierbij drempelwaarde).

p.p.	Gem. W.T. in sec.	G. v. in sec.	W. f. in sec.	Aantal waar- nemingen
H. R.	0,219	0,016	0,0020	50
H. W.	0,280	0,023	0,0028	50
H.	0,259	0,020	0,0025	50

Gemiddeld is dus door de drie p.p. de prikkel, welke bij het zeer sterk remmende licht drempelwaarde heeft, waargenomen in **0,256 sec.**, de prikkel, welke bij het matig remmende licht drempelwaarde heeft, in **0,259 sec.**, terwijl voor den prikkel welke drempelwaarde heeft bij het zeer zwak remmende licht, de W.T. **0,253 sec.** bedraagt.

Deze bedragen loopen zoo weinig uiteen, dat wij ze als gelijk mogen beschouwen.

De sterkte van het remmende licht bij de vorige proeven werd geheel willekeurig gekozen: zeer zwak, matig, en zeer sterk; tusschen deze intensiteiten bestaat geen bepaalde verhouding. Daaruit volgt, dat ook tusschen de intensiteiten van de prikkels, welke bij het remmende licht drempelwaarde hebben, geen bepaalde verhouding bestaat; wel is de verhouding tusschen de prikkels en de erbij behorende remmende prikkels telkens dezelfde (zie ook pag. 81). Daar toch in alle drie gevallen de waarnemingstijd dezelfde is, hebben wij het recht aan te nemen, dat ook in andere gevallen voor lichtprikkels van drempelwaarde dezelfde waarnemingstijd zal worden gevonden, welke ook de fysische sterkte van die prikkels is. Zoo-dat wij hieruit de volgende conclusie kunnen trekken:

De waarnemingstijd voor lichtprikkels welke drempelwaarde hebben is dezelfde, onafhankelijk van de fysische sterkte van de prikkels.

HOOFDSTUK IV.

HET VERBAND TUSSCHEN DE INTENSITEIT VAN DE GEWAARWORDING EN DEN WAARNEMINGSTIJD.

Bij de bepalingen van den waarnemingstijd is het volgende gebleken:

1^o. de waarnemingstijd is afhankelijk van de sterkte van den prikkel. Sterkere prikkels worden, onder gelijke omstandigheden gegeven, vlugger waargenomen dan zwakkere (pag. 38);

2^o. de waarnemingstijd voor dezelfde prikkels wordt langer, wanneer gelijktijdig remmende prikkels (parate of disparate) inwerken (pag. 55);

3^o. de waarnemingstijd voor prikkels van verschillende sterkte is dezelfde, wanneer zij door remmende prikkels tot drempelwaarde worden verlaagd (pag. 67).

Wanneer wij deze gegevens combineren en een verklaring trachten te vinden, welke voor alle kan gelden, kan deze slechts zoo luiden:

De waarnemingstijd is afhankelijk van de intensiteit van de gewaarwording. Een sterkere gewaarwording komt vlugger tot stand dan een zwakkere.

Wanneer de prikkels onder gelijke omstandigheden worden gegeven, beteekent een sterkere prikkel een sterkere gewaarwording (ad 1^o).

Door remmende prikkels wordt de gewaarwording, door een bepaalden prikkel opgewekt, zwakker (ad 2^o).

Zijn de remmende prikkels zoo sterk, dat de prikkels

tot drempelwaarde worden verlaagd, dan is de intensiteit der gewaarwordingen dezelfde: drempelwaarde (ad 30.).

Verder moeten wij aannemen, dat de verschillen in den waarnemingstijd, afhankelijk van de sterkte van den prikkel en van de sterkte der remmende prikkels, berusten op verschillen in de snelheid van het verloop van het psychische gedeelte van het waarnemingsproces, terwijl de snelheid van het physiologische gedeelte onafhankelijk is van de sterkte van den prikkel.

Dit volgt uit wat wij weten omtrent de remmende werking, welke zintuigelijke indrukken op elkaar uitoefenen. Deze remmende werking, wat betreft de intensiteit der gewaarwordingen, is psychologisch, ze vindt geheel plaats in de psychische sfeer¹⁾. Ook de vertragende werking, welke de remmende prikkels op het waarnemen uitoefenen, zal dan in de psychische sfeer plaats vinden. De nauwe verwantschap tusschen beide verschijnselen (remmende werking op de intensiteit en op de snelheid van een proces) is zoo evident, dat wij voor beide eenzelfde oorzaak moeten verwachten.

Ook de kortere waarnemingstijd voor sterkere prikkels — onder gelijke omstandigheden gegeven — berust op een sneller verloop van het psychische proces. Zou het physiologische gedeelte sneller verlopen, dan was het niet begrijpelijk, waarom de kortere waarnemingstijd, welke hiervan het gevolg zou zijn, juist zou worden gecompenseerd door de vertraging in de psychische sfeer, wanneer de prikkels, van verschillende sterkte, door remmende prikkels tot drempelwaarde worden verlaagd. We zouden niet kunnen verwachten, dat de waarnemingstijd voor drempelwaarde-prikkels steeds gelijk zou zijn. Uit de proeven blijkt, dat dit wel het geval is. Ook de door de proeven vastgestelde bedragen van den waarnemingstijd

¹⁾ HEYMANS. Untersuchungen über psychische Hemmung. Z. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bnd. 26.

laten dus alleen de gevolgtrekking toe, dat de verschillen in den waarnemingstijd moeten berusten op verschillen in de snelheid van het psychische proces. Dit beteekent eigenlijk hetzelfde als de andere gevolgtrekking, dat de waarnemingstijd afhankelijk is van de intensiteit van de gewaarwording.

Wij zullen ons nu moeten afvragen, wat wij onder het psychische gedeelte van het waarnemingsproces hebben te verstaan, en vervolgens, of het bovenstaande in overeenstemming is met wat wij omtrent het verloop van het geheele psychophysiologische proces weten.

Als onderdeelen van het waarnemingsproces hebben wij onderscheiden een reeks van physiologische processen en een psychisch proces (pag. 2). Dit beteekent niet, dat ergens de physiologische processen ophouden en een psychisch proces begint. Een en hetzelfde verschijnsel doet zich gedeeltelijk aan ons voor als physiologisch, gedeeltelijk als psychisch proces. Het eerste gedeelte noemen wij het physiologische, het tweede het psychische deel. Het physiologische deel is het zintuigproces en de geleiding in de optische baan, het psychische de bewuste waarneming en de daaraan voorafgaande onderbewuste psychische processen, wier bestaan wij noodzakelijk moeten aannemen. Deze psychische processen zijn ons gedeeltelijk, nl. de bewuste, direct gegeven, gedeeltelijk nemen wij ze aan op grond van logische overweging en ervaring (secundaire functie, psychoanalyse); aan de zintuigelijke waarneming zouden ze zich voordoen als een physiologisch hersenschorsproces ¹⁾.

Verloopt nu het physiologische gedeelte, het zintuig-

1) Zie HEYMANS, Einführung in die Metaphysik: Der funktionelle Zusammenhang zwischen Gehirnerscheinungen und Bewusstseinsprozessen, en: Der Grundgedanke des psychischen Monismus. Ook: Heymans, Untersuchungen über psychische Hemmung, Z. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bnd. 26.

proces en de geleiding in de optische baan, wat de snelheid betreft, onafhankelijk van de sterkte van den prikkel?

Uit de physiologie weten wij met zekerheid, dat dit voor de geleiding in de optische baan het geval is. Dit blijkt uit de onderzoekingen over de geleidings-snelheid van de zenuwen. De absolute waarden, welke vastgesteld werden, loopen betrekkelijk uiteen. VON HELMHOLTZ ¹⁾ vond b.v. bij den kikker een geleidingssnelheid van 29 M. per secunde en later voor den nervus medianus bij den mensch ongeveer 60 M. per secunde, PIPER ²⁾ ook bij den mensch 123 M., en SCHÄFFER ³⁾, wiens onderzoek van den laatsten tijd is, weer ± 60 M. per secunde. Dit laatste bedrag wordt algemeen als juist aangenomen voor de zenuwen van het willekeurige zenuwstelsel. Een verschil in snelheid bij verschillende sterkte van den prikkel heeft geen der onderzoekers kunnen aantoonen. BAYLIS ⁴⁾ zegt: „all investigators agree, that the rate is independent of the strength of the stimulus”.

De „alles- of-niets-wet”, oorspronkelijk door BOWDITCH ⁵⁾ vastgesteld voor de contractie van den hartspier, welke ook voor zenuwvezels blijkt te gelden (onderzoekingen van GOTH ⁶⁾ en ADRIAN ⁷⁾, en wat wij verder uit de onderzoekingen vooral van KEITH LUCAS ⁸⁾ over den aard van het geleidingsproces in een zenuw weten, sluiten ook wel met zekerheid uit, dat de geleidingssnelheid afhankelijk zou kunnen zijn van de sterkte van den prikkel.

1) VON HELMHOLTZ. Archiv. für Anatomie und Physiologie, 1850.

2) PIPER. Electrophysiologie menschlicher Muskeln. Berlin, 1912.

3) SCHÄFFER. Deutsches Zeitschr. für Nervenheilkunde. Bnd. 73, 1922.

4) BAYLISS. Principles of General Physiology. 1920, pag. 392.

5) BOWDITCH. Ueber die Eigenthümlichkeiten der Reizbarkeit welche die Muskelfasern des Herzes zeigen. Berichte Sächs. Gesellschaft 23, 1871.

6) GOTH. The submaximal Electrical Response of Nerve to a single Stimulus. Journal of Physiology. no. 28, 1902.

7) ADRIAN. The „All-or-none” principle in Nerve. Journal of Physiology no. 47, 1914.

8) KEITH LUCAS. The conduction of nervous impulse, 1917.

Minder stellig kan men hetzelfde beweren voor de snelheid van het verloop van het netvliesproces. Men kan niet met zekerheid zeggen, door welke veranderingen in het netvlies de lichtperceptie optreedt. Wel kunnen wij verschillende veranderingen constateeren, wanneer licht op het netvlies inwerkt. Dit zijn de z.g. objectieve netvliesveranderingen, nl. verbleeking van het staafjesrood, bewegingen van de pigmentkorreltjes in het pigmentepitheel van het netvlies, vormverandering van de kegeltjes en elektrische stroomen (netvliesstroomen) ¹⁾. Over 't algemeen zijn deze veranderingen grooter, naarmate sterker licht inwerkt. Ook de latente periode van de netvliesstroomen hangt af van de sterkte van het licht. Voor het eenvoudige photochemische proces, dat bij de inwerking van licht op zilverchloride papier optreedt, geldt, dat het effect evenredig is aan het product van den tijd van inwerken en de intensiteit van het licht (wet van BUNSEN-ROSCOE ²⁾). Dergelijke feiten kunnen misschien de kortere „maximalzeit” voor sterkere lichtprikkelers verklaren, maar bewijzen niet, dat het prikkelingsproces in de zenuw eerder begint, wanneer de prikkel sterker is, en alleen in dit geval zou het invloed hebben op den waarnemingstijd.

Er is één omstandigheid, welke naar het mij voorkomt er wel op wijst, dat het verschil in waarnemingstijd in verband met de sterkte van den prikkel niet gezocht kan worden in het netvliesproces. Dit is de, in elk geval buitengewoon geringe weerstand, welke in het netvliesproces is gelegen, zoo er al van eenigen weerstand sprake kan zijn. Dat hij slechts gering kan zijn, blijkt uit de groote lichtgevoeligheid. Het minimum perceptibele lichtquantum voor een aan duisternis geadapteerd oog bedraagt extra-foveaal: $0,4 \text{ à } 1,1 \times 10^{-10}$ erg, foveaal: $23,7 \times 10^{-10}$

¹⁾ VON HELMHOLTZ. Handbuch der Physiologischen Optik, 1896, pag. 265.

²⁾ BUNSEN-ROSCOE. Photochemische Untersuchungen, Ann. Physik. 117, 1862, p. 538.

erg ¹⁾. HEYMANS vat de drempelwaarde als volgt op: wat wij als drempelwaarde meten, berust of geheel, of vrijwel geheel, op een niet te controleeren deel na, op psychische remming ²⁾. Wanneer er geen weerstand in het netvlies is, kan ook de snelheid van het netvliesproces, dat de lichtperceptie tengevolge heeft, niet van de intensiteit van den prikkel afhangen.

Wij moeten dus aannemen, dat de snelheid van het verloop van het physiologische gedeelte van het waarnemingsproces: het netvliesproces en de geleiding in de optische baan, niet afhangt van de sterkte van den prikkel. De gevonden verschillen in den waarnemingstijd moeten dan geheel berusten op de verschillende snelheid van het psychische proces.

Dat het psychische proces sneller verloopt, wanneer de gewaarwording sterker is, ligt wel voor de hand.

Ook wanneer wij ons dit proces physiologisch denken, als physiologisch hersenschorsproces, is het te vermoeden: prikkelingsprocessen in de hersenschors verlopen vlugger, wanneer de prikkel sterker is. Dit blijkt b.v. wanneer door prikkeling van de regio centralis een spiercontractie wordt opgewekt. De latente periode is dan zeer afhankelijk van de sterkte van den prikkel, n.l. grooter naarmate de prikkel zwakker is (HEIDENHAIN ³⁾). Dit is niet het geval wanneer de witte stof onder de schors wordt geprikkeld.

Verder is het te verwachten naar analogie van de reflexen.

In de reflexen kunnen wij zien een psychisch gebeuren van zeer eenvoudigen aard, veel minder gecompliceerd dan de bewustzijnsprocessen, maar toch daarmee te ver-

¹⁾ ZWAARDEMAKER. Leerboek der Physiologie. Deel II, 1915, pag. 434.

²⁾ HEYMANS. Untersuchungen über psychische Hemmung. Z. f. Psychologie der Sinnesorgane. Bnd. 21, pag. 358.

³⁾ EBBINGHAUS. Grundzüge der Psychologie, Bnd. I, pag. 113.

gelijken: dezelfde wettelijkheden, welke voor bewustzijnsprocessen gelden, zijn ook in de reflex-verschijnselen terug te vinden ¹⁾. De reflextijd blijkt in vele gevallen wel afhankelijk van de sterkte van den prikkel, hetgeen ook toegeschreven moet worden aan een vlugger of langzamer verloop van het proces in het reflexcentrum, met een bewustzijnsproces te vergelijken.

Over het algemeen verloop psychische processen vlugger, wanneer de bewustzijnsgraad hooger is. Bij diffuus bewustzijn is de gedachtengang langzamer, associatie's komen moeilijk tot stand. De zelfwaarneming leert dat een sterke gewaarwording plotseling in het bewustzijn treedt, zeer zwakke overschrijden langzaam den drempel. De reactietijden zijn korter wanneer de aandacht beter is geconcentreerd.

Een psychologische *verklaring* voor den korteren waarnemingstijd voor sterkere prikkels geeft het bovenstaande niet. Om deze te zoeken moeten wij de algemeene wetten, welke in de psychologie gelden, trachten op te sporen.

HEYMANS heeft daartoe de aanwijzing gegeven in zijn brochure: Ueber die Anwendbarkeit des Energiebegriffes in der Psychologie ²⁾.

HEYMANS heeft de vraag gesteld of in de psychologie verhoudingen zijn aan te toonen, analoog aan die, welke voor het gebied der physica zijn samengevat in de energiewetten. De wettelijkheden, welke als algemeen geldende in de fysische wereld zijn vastgesteld, zijn in gelijke algemeenheid overal voorop te stellen. Ook in de psychische causaliteit moeten de energiewetten zijn terug te vinden.

¹⁾ WIERSMA. Die psychologische Auffassung einiger Reflexe. Z. f. d. ges. Neurologie und Psychiatrie, Bnd. LXXII, 1921.

WIERSMA. Psychische Remming, Koninkl. Akad. van Wetenschappen, Amsterdam, Dl. XXX, no. 1—3

WIERSMA. Identiteit van physiologische en psychologische verschijnselen, Ned. T. voor Geneesk. I, 1923, no. 12.

²⁾ Leipzig 1921.

Het komen en gaan, het schommelen, elkaar remmen en verdringen der voorstellingen en andere bewustzijnsinhouden vertoont analogie met de mechanische druk-, stoot-, en gravitatiewerkingen. Het is, alsof op iederen bewustzijnsinhoud een naar het bewustzijnscentrum gerichte kracht werkt. Iedere bewustzijnsinhoud heeft de tendentie een maximalen bewustzijnsgraad te verkrijgen, het centrum te bereiken, evenals ook ieder voorwerp op aarde de tendentie heeft, naar het middelpunt der aarde te bewegen en dit te bereiken. Dat niet iedere inhoud het centrum bereikt is toe te schrijven aan den weerstand der concurrerende bewustzijnsinhouden.

Wanneer een inhoud centraal bewust wordt, worden andere uit het centrum verdrongen (bewustzijnsengte, psychische remming). De afstand van deze laatste tot het centrum wordt grooter. De ook op hen werkende, naar het centrum gerichte kracht wordt over een weg verplaatst. De naar het centrum opstijgende inhoud verricht dus arbeid. Deze verliest, de inhouden welke worden verdrongen, winnen arbeidsvermogen.

Het arbeidsvermogen dat iedere bewustzijnsinhoud krachtens zijn afstand tot het centrum bezit, noemt HEYMANS de distantie-energie.

De kracht, waarmede de inhouden naar het centrum bewegen, is niet voor alle even groot. De ervaring leert, dat een sterk licht, een sterk geluid, minder kans hebben niet gezien of gehoord te worden dan zwakkere. De eerste streven met grootere kracht naar het centrum toe, bezitten een grootere psychische kracht dan de laatste.

Wanneer wij van bovenstaande voorstelling uitgaan, wordt het duidelijk, dat een sterkere gewaarwording sneller bewust wordt dan een zwakkere. Door de grootere psychische kracht wordt de weerstand sneller overwonnen. In de physica zien wij hetzelfde: een vallend lichaam bereikt in korteren tijd de aarde naarmate zijn gewicht grooter is.

Zelfs kunnen wij ons een denkbeeld vormen over den invloed, welken de intensiteit der gewaarwordingen heeft op den tijd, waarin zij het bewustzijn bereiken. Een sterkere gewaarwording heeft een grootere psychische kracht. Het ligt voor de hand de psychische kracht te vergelijken met het begrip gewicht in de physica, en er aan ten grondslag te leggen een begrip, te vergelijken met het physische begrip massa. Op de „massa” werkt de kracht, welke naar het centrum is gericht en aan de „massa” evenredig is. Noemen wij de „massa” van een gewaarwording, welke drempelwaarde heeft I , de naar het centrum gerichte kracht, welke er op werkt K , dan zullen zij voor een gewaarwording ter sterkte van $2 \times \text{dr.w.}$ respectievelijk $2I$ en $2K$, van $3 \times \text{dr.w.}$ $3I$ en $3K$ bedragen, enz.

De weerstand, welken de opstijgende gewaarwording ondervindt, is voor te stellen door een kracht κ in tegen-gestelde richting. Deze zal iets kleiner moeten zijn dan K , daar de gewaarwording, waarop de kracht K werkt, drempelwaarde heeft, dus juist het centrum bereikt, d.w.z. de tegenwerkende kracht overwint. De weerstand is, wanneer er geen physische weerstand is en bij geadapteerd zintuig, alleen psychologisch, hij is de weerstand, welken de bewustzijnsinhouden zelf bieden: ook de remmende werking wat betreft de intensiteit is psychologisch (pag. 69). Hij is zoo gering mogelijk wanneer geen inhouden met groote psychische kracht in het bewustzijn aanwezig zijn, en wanneer de aandacht op de te verwachten gewaarwording is gericht. De resulterende, naar het centrum gerichte kracht is voor de gewaarwordingen ter sterkte van drempelwaarde, $2 \times \text{dr.w.}$, $3 \times \text{dr.w.}$ enz., respectievelijk $K - \kappa$, $2K - \kappa$, $3K - \kappa$, enz.

In de physica is de versnelling (a), welke een massa (m) verkrijgt door een kracht (k), evenredig aan die kracht en omgekeerd evenredig aan de massa ($a = \frac{k}{m}$). Geldt voor de psychologie dezelfde wet, dan zouden voor

gewaarwordingen ter sterkte van drempelwaarde, $2 \times \text{dr.w.}$, $3 \times \text{dr.w.}$ enz., de resulterende versnellingen zich verhouden als

$$\frac{K - \kappa}{I} : \frac{2K - \kappa}{2I} : \frac{3K - \kappa}{3I}, \text{ enz.,}$$

en de tijden, waarin dezelfde weg wordt afgelegd, als

$$\sqrt{\frac{I}{K - \kappa}} : \sqrt{\frac{2I}{2K - \kappa}} : \sqrt{\frac{3I}{3K - \kappa}}, \text{ enz.}$$

Daar κ iets kleiner is dan K , neemt, welke waarde overigens K en I mogen hebben, deze verhouding eerst zeer snel, vervolgens langzaam af en nadert spoedig een constant bedrag.

De gevonden waarnemingstijden voor prikkels ter sterkte van drempelwaarde, $2 \times \text{dr.w.}$, $3 \times \text{dr.w.}$ enz., vertoon en inderdaad een dergelijke verhouding (curve fig. V).

Neemt de weerstand (κ) toe, dan wordt de resulterende kracht $K - \kappa$ en dus ook de resulterende versnelling kleiner, dezelfde weg wordt door dezelfde gewaarwording in langeren tijd afgelegd. De weerstand neemt toe wanneer andere inhouden, welke een groote psychische kracht hebben, in het bewustzijn aanwezig zijn, b.v. gewaarwordingen van groote intensiteit: door remmende prikkels wordt de waarnemingstijd langer (pag. 55). De resulterende versnelling is kleiner naarmate de weerstand (κ) grooter is, en naarmate de intensiteit der gewaarwording, welke naar het centrum beweegt, kleiner is: de vertragende werking is grooter naarmate de remmende prikkels sterker zijn en de prikkels, welke geremd worden, zwakker (pag. 55).

Nemen de psychische kracht van de opstijgende gewaarwording en de remmende kracht in dezelfde mate toe, dan blijft de versnelling gelijk:

$$\frac{K - \kappa}{I} = \frac{2K - 2\kappa}{2I} = \frac{3K - 3\kappa}{3I}, \text{ enz.:}$$

de waarnemingstijd voor prikkels welke drempelwaarde hebben is steeds dezelfde, onafhankelijk van de physische sterkte van de prikkels (pag. 67).

Volgens deze voorstelling zouden, wanneer er geen weerstand was, alle gewaarwordingen van dezelfde modaliteit even snel bewust worden, onafhankelijk van de intensiteit, daar de versnelling een factor is van $\frac{K}{I}$, terwijl K en I in een bepaalde verhouding tot elkaar staan. De betrekking tusschen K en I is in denzelfden zin op te vatten als de betrekking tusschen de zwaartekracht (g) en de massa in de physica: $g = \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$, waarbij m_1 de massa van het object, m_2 de massa van de aarde, r den afstand tusschen het object en het middelpunt der aarde voorstelt. In de psychologie is de kracht K evenredig te denken aan de „massa” van den psychischen inhoud en de „massa” van de gezamenlijke inhouden van hetzelfde bewustzijn, en omgekeerd evenredig aan het quadraat van den „afstand van den inhoud tot het bewustzijnscentrum”, d.w.z. de diepte van onder-bewust-zijn. Ook bij den vrijen val in het luchtledige — waarbij er geen weerstand is — is de versnelling voor alle objecten gelijk. Dat de waarnemingstijd voor gewaarwordingen van dezelfde modaliteit, welke alleen in intensiteit verschillen, afhankelijk is van de intensiteit van de gewaarwording berust dan alleen op den weerstand der bewustzijnsinhouden: de psychische remming. Ook de drempelwaarde zelf berust op psychische remming (pag. 73).

Het is geenszins mijn meening, dat inderdaad de verhoudingen in het psychische gebeuren zoo eenvoudig zouden zijn, als boven is ondersteld, en dat in zoo eenvoudige formules de beweging der psychische inhouden (voor zoover er van een beweging sprake kan zijn) zou zijn uit te drukken. Er is alle reden de verhoudingen veel gecompliceerder te denken. Nog andere krachten werken op de bewustzijnsinhouden dan de naar het centrum gerichte. Niet voor alle gewaarwordingen, ook van dezelfde modaliteit, is de weerstand dezelfde en deze is niet gelijk langs den geheelen weg. Een intensieve gewaarwording verdringt meer inhouden uit het bewustzijn dan een zwakke. Hiermede is geen rekening gehouden.

Dat de verhoudingen veel gecompliceerder zijn wordt ons duidelijk, wanneer wij bedenken, dat ook in de physische wereld, bij den val van een voorwerp naar de aarde — waarmede toch het bewustworden van een gewaarwording werd vergeleken — veel meer factoren

in het spel zijn, terwijl de verhoudingen in de psychologie bovendien veel ingewikkelder moeten worden ondersteld dan in de physica.

Nader moet ik nog ingaan op de betrekking, welke bestaat tusschen de intensiteit van een prikkel en de intensiteit van de gewaarwording. Dit is noodzakelijk, omdat ik de berekende verhouding tusschen de snelheden, waarmede gewaarwordingen bewust worden in verband met de intensiteit, vergeleek met de gevonden waarnemingstijden voor prikkels, waarvan de sterkten een rekenkundige reeks vormen (pag. 77). Prikkel en gewaarwording zijn geen gelijksoortige begrippen, de prikkel is een physisch, de gewaarwording een psychisch proces. Maar over de verhouding tusschen de sterkte van den prikkel en de intensiteit van de gewaarwording — de eerste physisch, de laatste psychisch gemeten — is meer bekend. Er zijn twee opvattingen, de eene oorspronkelijk van FECHNER, als interpretatie van de Wet van WEBER, de tweede door HEYMANS voorgestaan op grond van zijn onderzoekingen over psychische remming.¹⁾ WEBER stelde experimenteel vast, dat het minimum intensiteitsverschil, dat tusschen twee prikkels moet bestaan om waargenomen te worden, binnen bepaalde grenzen proportioneel is aan de intensiteiten der prikkels. Hieruit ontstond de hypothese van FECHNER, dat de intensiteit van de gewaarwording proportioneel is aan de logarithme van de prikkelsterkte.

Meerdere bezwaren zijn daartegen aangevoerd. De wet van WEBER geldt ook voor andere psychische inhouden dan de gewaarwordingen; de verklaring van FECHNER is hier niet toepasselijk. Ook het bestaan van den onderscheidsdrempel zelf, en de bovenste en onderste afwij-

¹⁾ HEYMANS, Untersuchungen über psychische Hemmung. Z. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 26.

kingen van de wet van WEBER worden door de hypothese van FECHNER niet verklaard.

HEYMANS beschouwt den onderscheidsdrempel als een remmingsverschijnsel, en de wet van WEBER als een speciaal geval (grensgeval) van zijn eerste remmingswet, welke inhoudt, dat de remmende krachten der prikkels proportioneel zijn aan de remmingsweerstand en beide aan de reciproke drempelwaarden. Door deze remmingswet ook over de verdringing van onderscheidsgewaarwordingen uit te breiden, kan zoowel het bestaan van den onderscheidsdrempel als de algemeene inhoud van de wet van WEBER, met de afwijkingen naar boven en naar beneden (voor zeer zwakke en zeer sterke prikkels) zonder hulphypothesen worden verklaard. Dit is meer dan de hypothese van FECHNER in staat is te verklaren en geeft aan de verklaring van HEYMANS, als een meer-omvattende, de voorkeur.

Uit de onderzoekingen van HEYMANS bleek bovendien, dat de remmende kracht van een prikkel — gemeten aan de door hem veroorzaakte verhooging van de drempelwaarde van een gelijktijdig inwerkenden anderen prikkel — proportioneel is aan de physische sterkte. Deze omstandigheid is zeer doorzichtig, wanneer de intensiteit der gewaarwording proportioneel is aan de sterkte van den prikkel, terwijl, indien ze proportioneel was aan de logarithme der prikkelsterkte (FECHNER) alles veel gecompliceerder en onwaarschijnlijk zou worden. HEYMANS komt dan ook tot de slotsom, dat de hypothese, volgens welke de intensiteit van de gewaarwording proportioneel is aan de sterkte van den prikkel veel meer voor de hand ligt en veel waarschijnlijker is.

Op grond hiervan heb ik deze proportionaliteit en niet de logarithmische aangenomen, zoodat ik de verhouding van de tijden, waarin gewaarwordingen, welker intensiteiten een rekenkundige reeks vormen, bewust worden, kon vergelijken met de gevonden waarnemingstijden voor

prikkels, waarvan de sterkten een rekenkundige reeks vormen.

Verder heb ik betoogd (pag. 77), dat, wanneer de naar het centrum gerichte kracht en de remmende krachten in gelijke verhouding toenemen, de tijd, waarin de gewaardwording het centrum bereikt, dezelfde zal blijven en daarbij gewezen op de gevonden waarnemingstijden, welke voor prikkels van verschillende sterkte, door remmende prikkels tot drempelwaarde verlaagd, dezelfde bleken (pag. 67). Dat inderdaad de verhouding tusschen deze prikkels en de daarbij gegeven remmende prikkels constant is, volgt eveneens uit de onderzoekingen van HEYMANS ¹⁾. Deze toch toonde aan, dat de remmende kracht van een prikkel evenredig is aan z'n intensiteit en eveneens de remmingsweerstand. Was dus de intensiteit van de drie prikkels (waarvan de sterkte niet werd bepaald) respectievelijk a , b en c , dan was de intensiteit der remmende prikkels respectievelijk $x \times a$, $x \times b$, $x \times c$, waarbij x constant is.

¹⁾ HEYMANS. Untersuchungen über psychische Hemmung. Z.f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Bd. 21.

HOOFDSTUK V.

NABETRACHTING.

De verklaring, welke ik voor de foutieve localisatie heb gegeven (pag. 19) komt hierop neer, dat de fout ontstaat tengevolge van de veranderende opmerkzaamheidsrichting tusschen prikkelingsproces van zintuig en waarneming. Zij ligt m.i. zeer voor de hand, maar tenslotte kan de juistheid alleen blijken uit de uitkomsten der experimenten zelf. Het localisatieprobleem is zoo ingewikkeld en door zoo verschillende oorzaken kan een foutieve localisatie tot stand komen, dat ook bij mijn proef er een andere oorzaak zou kunnen zijn, dan welke ik heb aangenomen.

Dat onder allerlei omstandigheden gezichtsindrukken foutief worden gelocaliseerd, zonder dat dit met blikbeweging of waarnemingstijd iets te maken heeft, is algemeen bekend, en eveneens, dat gewoonlijk ook bij bewegenden blik juist wordt gelocaliseerd. Denken wij b.v. aan de verkeerde richting, waarin wij een object zien, wanneer de lichtstralen vóór ze het oog bereiken, van hun rechte lijnen weg worden afgeleid, door een brekende middenstof of weerkaatsend oppervlak. Een rechten stok, welke half onder, half boven water steekt, zien wij gebroken: het deel onder water zien wij in een andere richting dan het werkelijk is. Wanneer wij door een prismatischen bril zien, localiseeren wij de objecten foutief. In deze gevallen is de bron der fout het ongewone verloop der lichtstralen, waarmede geen rekening wordt

gehouden. Het object wordt op die plaats gezien, welke het onder gewone omstandigheden zou innemen, wanneer de lichtstralen, zooals gewoonlijk het geval is, ongebroken het oog bereiken.

De richting, waarin wij de zon of een ster zien, is (ook afgezien van eventueel brekende luchtlagen) niet de richting, waarin zij zich op dat oogenblik bevinden. In die richting waren ze zoolang geleden, als het uitgezonden licht noodig heeft ons te bereiken. De oorzaak van de localisatiefout is hier de voortplantingstijd van het licht in de ruimte.

De talrijke „Täuschungen des Augenmaszes”¹⁾, ook als „geometrisch-optische Täuschungen” samengevat (proeven van LOEB, ZÖLLNER, HERING, e.a.) zijn tenslotte ook localisatiefouten, hoewel hier alleen de onderlinge verhoudingen verkeerd worden gezien en niet de plaats van de het gezichtsbedrog gevende figuur in haar geheel. De oorzaak is hier dikwijls minder gemakkelijk te doorgronden, en waarschijnlijk ook niet in alle gevallen dezelfde. EBBINGHAUS²⁾ onderscheidt de theorieën, welke erover bestaan, als netvliestheorieën, oogbewegings-, associatie-, en opmerkzaamheidstheorieën. Dat in één dezer gevallen de waarnemingstijd met de foutieve localisatie zou hebben te maken en de grootte van de fout van den duur van den waarnemingstijd zou afhangen, wordt nergens als mogelijk ondersteld. Er is ook geen aanleiding in deze gevallen, evenals in de eerstgenoemde, hieraan te denken.

Aan den anderen kant is, zooals wij hebben gezien, de localisatie bij veranderende blikrichting (en daarmee gepaard gaande opmerkzaamheidsrichting) juist. Wanneer wij den blik laten gaan over een rij stilstaande objecten, zien wij ze voortdurend op dezelfde plaats. Ze maken geens-

1) VON HELMHOLTZ. Handbuch der physiol. Optik 2e Aufl., pag. 705 e.v.

2) EBBINGHAUS. Grundzüge der Psychologie, Bnd. II, pag. 82.

zins den indruk met den blik mee, of in andere richting, te bewegen. De plaats van de waarnemingen in het gezichtsveld verandert wel, maar deze verandering wordt juist gecompenseerd door de verandering der opmerkzaamheidsrichting, zoodat de absolute richting dezelfde blijft. MACH ¹⁾ drukt dit als volgt uit: „Bei willkürlicher Augenbewegung wird die derselben entsprechende Bildverschiebung auf der Netzhaut in Bezug auf den Raumwert durch die willkürliche Bewegung eben kompensiert”.

Oppervlakkig lijkt dit misschien in strijd met de foutieve localisatie bij mijn proef; het zou de verwachting geven, dat ook hier de localisatie juist zou moeten zijn, niet-tegenstaande de blikbeweging. Twee momenten evenwel zijn hierbij in het oog te houden. Ten eerste leert ons de ervaring, dat objecten niet van plaats veranderen wanneer wij den blik bewegen; mocht dus hierdoor een stoornis in de localisatie tot stand komen dan zou deze ervaring voldoende zijn om de fout te corrigeeren. En de plaats, welke de objecten innemen, is ons vóór de blikbeweging meestal reeds bekend, zij wordt bij rustenden blik bepaald. Dit nu is met den lichtprikkel, welke bij mijn proef aan den proefpersoon wordt gegeven, niet het geval. De p.p. ziet het licht slechts één oogenblik, terwijl de blikrichting verandert, en hij weet niet, waar hij het licht heeft te verwachten.

Ten tweede het waarnemingsproces zelf. Juist de blikbeweging gedurende het waarnemingsproces veroorzaakt de foutieve localisatie, d.w.z. de blikbeweging tusschen het oogenblik, waarop de prikkel het netvlies treft en het oogenblik, waarop hij wordt waargenomen. Wanneer wij onzen blik laten gaan over een rij objecten, kunnen wij moeilijk spreken van een blikbeweging gedurende het waarnemingsproces, het is een blikbeweging terwijl

¹⁾ E. MACH. Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Jena 1918, pag. 152.

de waarneming al gevormd is. Door de blikbeweging gedurende het waarnemingsproces komt de foutieve localisatie tot stand, en daardoor is de grootte van de fout bepaald door de verandering der blikrichting in den waarnemingstijd.

Wanneer wij de uit de experimenten volgende waarnemingstijden overzien, dan beantwoorden deze alleszins aan de verwachting, welke de reactieproeven en andere onderzoekingen ons omtrent de snelheid van waarnemen konden geven. De vastgestelde tijden zijn belangrijk korter dan de reactietijden. De invloed van de sterkte van de prikkels en van remmende prikkels, zoowel parate als disparate, de invloed van de opmerkzaamheid, en de individueele verschillen, komen overeen met de uitkomsten der reactietijdsbepalingen.

Dat het onderzoek, zooals ik dit instelde, nauwkeurige uitkomsten geeft, blijkt uit de kleine gemiddelde variatie en waarschijnlijke fout, waar deze werden berekend.

Ik meen dan ook, dat er alle reden is, de gebruikte methode, welke men zou kunnen noemen: *de localisatiemethode*, te beschouwen als een nauwkeurige methode voor de bepaling van den waarnemingstijd voor licht-prikkels.

CONCLUSIES.

Het onderzoek leidt tot de volgende conclusies:

- I. Door de „localisatie-methode” kan de waarnemingstijd voor lichtprikkel nauwkeurig worden bepaald.
- II. De waarnemingstijd voor lichtprikkel hangt af:
 - a. van de sterkte van den prikkel.
Wanneer de sterkte van de prikkels van de drempelwaarde af regelmatig toeneemt, neemt de waarnemingstijd eerst snel, vervolgens langzaam af, en nadert tenslotte een constant bedrag.
 - b. van gelijktijdig inwerkende, remmende prikkels.
Door remmende prikkels wordt de waarnemingstijd langer, des te meer, naarmate ze sterker zijn of de prikkel, welke geremd wordt, zwakker.
 - c. van de opmerkzaamheid.
 - d. van andere factoren (individueele verschillen e.a.)
- III. De waarnemingstijd voor lichtprikkel, welke drempelwaarde hebben, is onafhankelijk van de fysische sterkte van de prikkels en bedraagt ongeveer 0,250 seconden.
- IV. De uit IIa en b volgende verschillen in waarnemingstijd berusten op gelijke verschillen in den duur van het psychologische proces. De waarnemingstijd is afhankelijk van de intensiteit van de gewaarwording.
- V. Dat de waarnemingstijd voor lichtprikkel, welke alleen in intensiteit verschillen, afhangt van de intensiteit, berust op psychische remming.

INHOUD.

	Blz.
HOOFDSTUK I.	
Inleiding.	
De waarnemingstijd	1
„Reizzeit” en „Maximalzeit”	4
Tijdverschuivingen, complicatieproeven, reactie- proeven	6
HOOFDSTUK II.	
De bepaling van den waarnemingstijd.	
Proefopstelling	15
Uitvoering en verklaring der proef	18
HOOFDSTUK III.	
Experimenten.	
De waarnemingstijd voor lichtprikkel van een bepaalde, steeds dezelfde intensiteit	24
De invloed van de intensiteit van de prikkels op den waarnemingstijd	35
Waarnemingstijd en reactietijd	39
De invloed van storende (remmende) prikkels op den waarnemingstijd. De invloed van de op- merkzaamheid	51
De waarnemingstijd voor prikkels ter sterkte van drempelwaarde	65
HOOFDSTUK IV.	
Het verband tusschen de intensiteit van de gewaar- wording en den waarnemingstijd	68
HOOFDSTUK V.	
Nabetrachting	83
Conclusies	86
